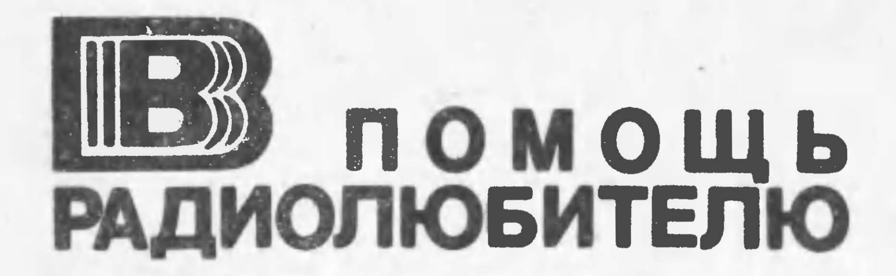


Выпуск 73

РАДИОСПОРТСМЕНАМ

Диапазон 160 м в трансивере

С. КОРОБКО (UA3DQS ex RA3DQS)

Среди советских радиолюбителей широкой популярностью пользуется трансивер, разработанный Кудрявцевым (UW3DI) (Кудрявцев Ю. Ламповый полупроводниковый трансивер.— «Радио», 1974, № 4—6).

В связи с выделением для любительской связи 160-метрового диапазона встал вопрос о вводе его в трансивер. Доработке подверглись следующие каскады: входная цепь и полосовые фильтры приемного тракта; предоконечный и оконечный каскады передающего тракта. Основные параметры трансивера, заложенные автором, сохранены. Выходная мощность оконечного каскада снижена до разрешенной на данном диапазоне (5—10 Вт).

Для переноса SSB, CW сигнала в диапазон 1850—1950 кГц в первом кварцевом гетеродине используется кварцевый резонатор на частоту $f_{кв} = 8000$ кГц от диапазона 14 МГц. В этом случае перекрытие диапазона будет лежать в пределах перекрытия плавного гетеродина 5550—5650 кГц. В переключателе диапазонов задействована седьмая группа контактов, расположен-

ная после диапазона 28,5 МГц,— это положение переключателя наиболее удобно для монтажа.

В галетах *В1д* и *В1е* перемыкаются соответственно контакты *3* (14 МГц) и *7* (1,9 МГц).

Катушки индуктивности полосовых фильтров намотаны в броневом сердечнике СБ-9а проводом ПЭВ-2 0,2 и содержат по 28 витков. Контурные конденсаторы фильтров имеют емкость 390 пФ, а конденсатор связи — 24 пФ.

Полосовой фильтр помещен в экран из латуни, он устанавливается на плату из стеклотекстолита (35 × × 20 × 1 мм) и размещается в отсеке подвала шасси в месте расположения галет *В1в* и *В1г*, где припаивается к седьмым контактам галет, соответствующим диапазону 1,9 МГц.

Катушка индуктивности предоконечного усилителя намотана в броневом сердечнике СБ-9а проводом ПЭВ-2 0,2 и содержит 36 витков (23,5 мкГн). Контурный конденсатор имеет емкость 270 пФ. Контур оконечного каскада зашунтирован резистором *2R15* сопротивлением 5,1 кОм, рассчитанным на мощность 0,5 Вт, в результате полоса пропускания контура по уровню 0,7 составляет 130 кГц. Настройка контура производится на частоту 1,9 МГц.

Катушка индуктивности экранируется и устанавливается в подвале шасси в непосредственной близости с галетой переключателя диапазонов *В1б* и подключается к седьмому контакту галеты, соответствующему диапазону 1,9 МГц.

Для диапазона 160 м пришлось несколько видоизменить входную часть УВЧ приемного тракта трансивера. Это вызвано тем, что данные контура *2-L1* (1,2 мкГн) *2-С8* (5200 пФ) на этом диапазоне не обеспечивают должной избирательности.

Хорошие результаты показало устройство, схема которого приведена на рис. 1. Последовательно с катушкой *2-L1* подключен дроссель *Др1*, индуктивность которого равна 3,87 мкГн. Дроссель намотан на кольцевом сердечнике из феррита М20ВЧ2 (типоразмер К12 × 6 × × 4) и содержит 13 витков провода ПЭЛШО-0,41. Контурные конденсаторы *2С6* (10—365 пФ) и *2С7* (1500 пФ) диапазона 3,5 МГц запараллеливаются с седьмой клеммой *В1а*, соответствующей диапазону 1,9 МГц.

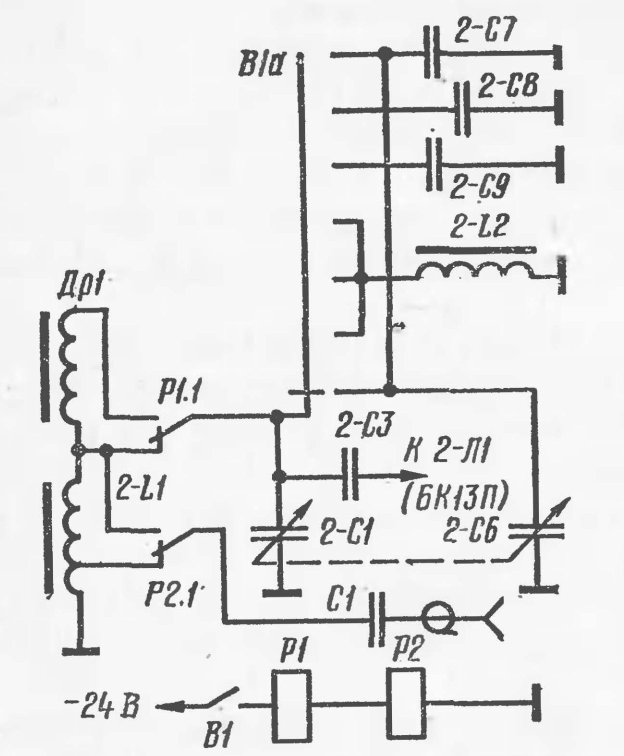


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

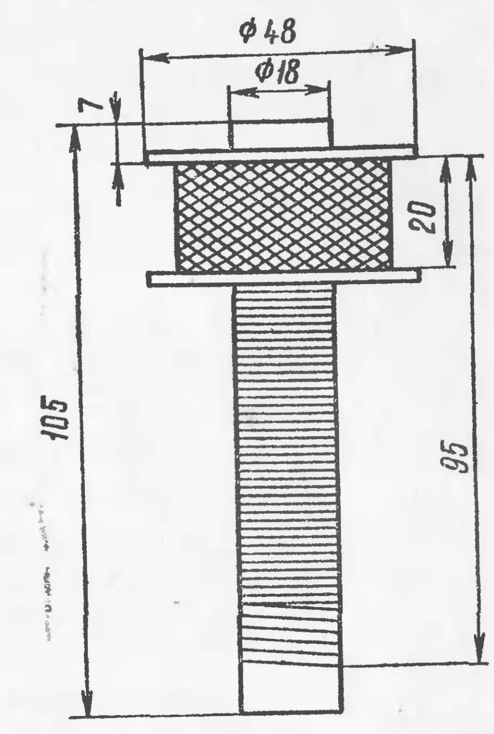


Рис. 2. Схема намотки дросселя *Др3*

С помощью реле *Р1* и *Р2* типа РЭС-10 (паспорт РС4.524.302) в диапазоне 1,9 МГц антенна подключается к последнему витку катушки *2-L1* (см. рис. 1), а дроссель *Др1* соединяется через разделительный конденсатор *2-С3* с управляющей сеткой радиолампы *2-Л1*.

Для осуществления этой коммутации на заднюю панель трансивера устанавливается тумблер *В1*. Дроссель *Др1* и реле *Р1* и *Р2* размещаются в подвале шасси в месте расположения катушки *2-L1*.

Разрабатывая входную часть УВЧ, можно воспользоваться статьей Филатова «Переделка трансивера UW3DI» («Радио», 1979, № 8, с. 23). При этом к катушке *L3* последовательно подключается катушка для диапазона 1,9 МГц. Ее данные: наматывается на кольцевом сердечнике из феррита М30ВЧ2 (типоразмер К12× ×6×4), содержит 70 витков провода ПЭЛШО 0,23.

В выходном каскаде передающего тракта к катушке индуктивности *L1* П-контура доматывается 24 витка провода ПЭВ-2 0,83. Крайний отвод припаивается к седьмой клемме *В1ж* диапазона 160 м.

Вместо конденсаторов *С5—С8* применен сдвоенный запараллеленный блок переменных конденсаторов (2 ×

× 12—450 пФ). При этом освобождается галета *В1з*, которую можно использовать вместо тумблера *В1* (см. рис. 1). Данный вариант эффективен при согласовании выходного каскада трансивера с разными типами антенн.

Анодный дроссель *Др3* содержит 370 витков провода ПЭЛШО 0,35, намотанного на керамическом каркасе диаметром 18 мм. Намотку можно осуществлять согласно рис. 2.

Данная переделка дросселя *Др3* необходима, так как в диапазоне 160 м его индуктивность является соизмеримой с индуктивностью П-контура *L1L2*, что ухудшает работу выходного каскада.

Для обеспечения выходной мощности, равной 5—10 Вт, вместо конденсатора *С12* емкостью 150 пФ в диапазоне 160 м следует включать конденсатор С* (47 пФ), причем С* для каждого трансивера подбирается индивидуально.

Настройка полосовых фильтров и контура предоконечного каскада остается прежней.

Трансивер работал на антенну *LW* 82 м. В диапазоне 160 м были проведены связи со всеми районами СССР.

ЭЛЕКТРОНИКА И АВТОМАТИКА В БЫТУ

Электронный таймер

И. ГЛУЗМАН

Электронный таймер представляет собой устройство, содержащее электронное реле времени, схему управления, источник питания и предназначенное для подачи звукового сигнала по истечении заданного интервала времени.

Технические данные таймера: диапазон временных интервалов (выдержек) от 2 до 70 мин; цена деления шкалы 1 мин; питание — от сети переменного тока напряжением 220 В либо от двух батарей 3336 Л; погрешность срабатывания ±2%; готовность к очередному включению не более 1 с; потребляемый ток не более 160 мА; температура окружающей среды 20—35° С; габариты 129 × 94 × 90 мм; масса не более 0,8 кг.

Принципиальная схема таймера, показанная на рис. 1, достаточно проста. Основным узлом прибора яв-

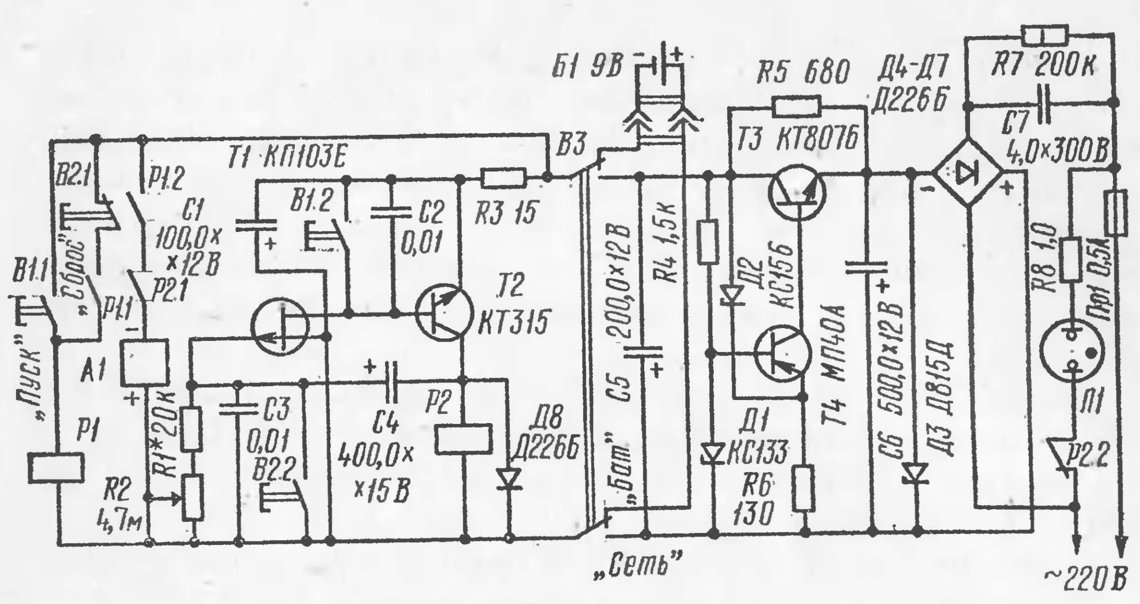


Рис. 1. Принципиальная схема таймера

ляется реле времени, выполненное на полевом (*T1*) и биполярном (*T2*) транзисторах.

Транзистор *T2* нагружен на электромагнитное реле *P2*. Между коллектором транзистора *T2* и затвором транзистора *T1* включен времязадающий конденсатор *C4*. В цепи затвора *T1* включены также резисторы *R1*, *R2*. Совокупность транзисторов *T1* и *T2*, соединенных между собой указанным на схеме способом, как известно, представляет собой одновибратор (ждущий мультивибратор с одним устойчивым состоянием). В момент подачи питания в цепи затвора транзистора *T1* отсутствует смещение и потому в цепях стока этого транзистора и базы транзистора *T2* возникает ток, который надежно насыщает транзистор *T2*. При этом сопротивление перехода затвор — исток имеет малую величину, и конденсатор *C4* своей левой (по схеме) обкладкой через этот переход подключен к плюсу источника питания. Правая обкладка конденсатора *C4* через открытый транзистор *T2* подключена к минусу источника. Поскольку постоянная времени цепи заряда очень мала, происходит быстрый (0,5—1,0 с) заряд конденсатора *C4* почти до напряжения источника питания (8,4—8,5 В). В таком состоянии одновибратор может находиться сколь угодно долго. Для перевода его во второе (неустойчивое) состояние необходимо кратковременно запереть какой-либо из транзисторов, например закоротить базу *T2* на эмиттер.

Как только транзистор *Т2* закроется, конденсатор *С4*, сохраняя полученный ранее заряд, через обмотку реле *Р2* (сравнительно низкоомную) подключится к плюсовому проводу. При этом на переходе затвор — исток транзистора *Т1* появится напряжение смещения, надежно запирающее этот транзистор. Остается закрытым и транзистор *Т2*, даже после отпускания кнопки *В1.2*. В таком состоянии таймер находится до тех пор, пока конденсатор *С4* не разрядится по цепи *C4R1R2P2C4*. Когда же напряжение на конденсаторе *С4* упадет до значения, равного напряжению отсечки транзистора *Т1*, последний начнет открываться. Возникший ток стока открывает транзистор *Т2*. Появившееся на реле *Р2* напряжение, складываясь с напряжением на конденсаторе *С4*, приводит к уменьшению напряжения смещения на переходе затвор — исток, что вызывает еще большее увеличение тока стока. Возникает регенеративный процесс, в результате которого устройство быстро возвращается в начальное устойчивое состояние.

Таким образом, длительность существования второго, неустойчивого, состояния мультивибратора и определяет длительность выдержек, которая зависит от постоянной времени цепи разряда конденсатора *С4*, а также от напряжения источника питания и напряжения отсечки полевого транзистора, и определяется выражением:

$$T_{\text{выд}} = RC \ln \frac{U_{\text{пит}}}{U_{\text{отс}}},$$

где *R* — суммарное сопротивление резисторов *R1* и *R2*, Ом;

С — емкость конденсатора *С4*, Ф.

Важным достоинством примененного в схеме реле времени является то, что переход из одного состояния в другое и обратно происходит резко, скачком (за счет применения полевого транзистора) и выдержки времени фиксируются исполнительным реле *Р2* очень четко. Благодаря этому схема таймера существенно упрощена, так как пороговое устройство (триггер Шмитта, тиристор и пр.), которым обычно дополняется транзисторное реле времени для улучшения четкости срабатывания исполнительного реле, в данном случае не нужно.

Конденсаторы *С1—С3* и резистор *R3* предназначены для повышения помехоустойчивости одновибратора.

Узел управления состоит из реле *Р1*, кнопок *В1, В2*, лампы *Л1* и предназначен для запуска таймера, включения звукового сигнализатора по окончании выдержки, прекращения, при необходимости, отсчета времени (сброса), а также приведения устройства в исходное состояние.

Источником питания устройства могут служить либо две батареи 3336Л, соединенные последовательно, либо сеть переменного тока 220 В. Переключение источника питания производится тумблером *В3*.

Для питания таймера от сети переменного тока в схеме предусмотрен стабилизированный бестрансформаторный выпрямитель, выходное напряжение которого равно 8,7 В. Стабилизация напряжения достигается за счет использования параметрического (на стабилитроне *Д3*) и компенсационного стабилизаторов постоянного напряжения. Коэффициент стабилизации всего стабилизатора равен 2500, выходное сопротивление — 0,5 Ом.

Применение стабилизированного источника питания обусловлено требованием свести к минимуму погрешность отсчета времени при изменении напряжения сети. Кроме того, при высоком качестве стабилизации питающего напряжения реле времени хорошо защищено от действия импульсных помех (проникающих из сети или возникающих при включении *А1*).

Наличие в таймере внутреннего источника питания (*Б1*) делает прибор более универсальным, расширяет возможность его использования. Однако следует иметь в виду, что при работе от батарей напряжение питания не стабилизировано, и изменение этого напряжения с 9 до 8,0 В уменьшает длительность выдержек на 5%.

Работает устройство следующим образом. При подаче питания транзисторы *Т1* и *Т2* открываются, срабатывает реле *Р2*, контакты *Р2.1* которого замыкаются, но сигнализатор *А1* не включается, так как контакты *Р1.2* разомкнуты. Контакты *Р2.2* реле *Р2* размыкаются и, в случае питания от сети, отключают сигнальную лампу *Л1*.

Для запуска таймера нажимают кнопку *В1* («Пуск»). Замыкающий контакт кнопки *В1.1* включает реле *Р1*, а другой замыкающий контакт *В1.2* запирает транзистор *Т2* и переводит реле времени в режим отсчета. Выдержка определяется калиброванным резистором *R2*,

движок которого предварительно устанавливается в нужное положение.

Когда транзистор *Т2* запирается, реле *Р2* обесточивается и его замкнутые контакты *Р2.1* размыкаются. Контакты *Р1.1* реле *Р1* устанавливают последнее на самоблокировку. Длительность нажатия кнопки «Пуск» и ее последующее отпускание не влияют на процессы, происходящие в устройстве. Отсчет времени начинается с момента, когда замыкается кнопка *В1.2*.

При включении реле *Р1* его замыкающие контакты *Р1.2* замыкаются и подготавливают цепь для последующего включения сигнализатора. Чтобы не происходило ложного кратковременного срабатывания сигнализатора при нажатии кнопки *В1* (что может случиться, если оба контакта *Р1.2* и *Р2.1* замкнутся одновременно), группу контактов *В1.2* регулируют так, чтобы при нажатии кнопки она замыкалась чуть раньше, чем группа *В1.1*.

Контакты *Р2.2* при нажатии кнопки «Пуск» и включении реле *Р2* замыкаются и включают сигнальную лампу *Л1* (в случае питания от сети).

По окончании отсчета заданной выдержки реле времени опрокидывается и включает исполнительное реле *Р2*. Его контакты *Р2.1* замыкаются еще раз, но так как теперь замкнуты контакты *Р1.2*, то включается сигнализатор *А1* и звучит сигнал об окончании выдержки. Контакты *Р2.2* размыкаются и выключают лампу *Л1*.

Для съема звукового сигнала нажимают кнопку «Сброс» (*В2.1*). При нажатии этой кнопки контакты *В2.1* снимают с блокировки реле *Р1*. Реле выключается, его контакты *Р1.2* размыкаются и сигнализатор *А1* отсоединяется от цепи питания. Контакты *В2.2* закорачивают резисторы *R1, R2* и создают условия для быстрого заряда конденсатора *С4*. Устройство приходит в исходное состояние. Чтобы вновь запустить таймер, достаточно нажать кнопку «Пуск». Если потребуется другое время отсчета, перед нажатием кнопки движок резистора *R2* переводят на нужное деление.

Детали и конструкция. В устройстве применены постоянные резисторы МЛТ-0,125 или ВС-0,125, за исключением резистора *R7* (МЛТ-1). Все электролитические конденсаторы, кроме *С4*, К50-12 или К50-6. Времязадающий конденсатор *С4* — ЭТО-2. Конденсатор *С7* — МБГО.

Переключатель *В3* — МТЗ. Электромагнитные реле *Р1, Р2* — РЭС-47, паспорт РФ. 4500417. Чтобы реле надежно срабатывали при напряжении около 8 В, необходимо осторожно лобзиком у основания спилить металлическую оболочку, снять ее и ослабить прижатие контактных лепестков. Подключив реле к регулируемому источнику постоянного напряжения, добиваются, чтобы обе группы контактов надежно срабатывали при напряжении 7,9—8,1 В.

Затем оболочку следует установить на место и линию распила залить клеем БФ-2. Клей не должен попасть внутрь реле. Можно применить и реле РЭС-9, напряжение срабатывания которого 6—9 В.

Кнопки *В1, В2* — самодельные, изготавливаются на базе контактных групп от магнитофона «Маяк-201» (имеются в продаже). Можно применить готовые кнопки с самовозвратом, например типа КМ.

В качестве времязадающего резистора *R2* в устройстве используется переменный резистор СП-1А.

Сигнальная лампа *Л1* — ТН-02. Предохранитель — ДПБ.

Стабилитрон *Д3* и транзистор *Т3* необходимо установить на радиаторах с активной поверхностью 14—15 см² каждый.

Сигнализатором *А1* может быть любое звуковое устройство, работающее при напряжении 8—8,5 В и потребляющее ток не более 170 мА (звонок, генератор НЧ и др.).

Все элементы таймера, включая и батареи питания, размещены внутри пластмассового корпуса размером 129×94×75 мм. Здесь могут подойти две коробочки для хранения фотопленок, склеенные между собой.

На лицевой панели корпуса расположены ручка резистора *R2* с визирной планкой, толкатели кнопок *В1, В2*, лампа *Л1* и накладная круговая шкала в минутах. В левой стороне корпуса сделаны прорези, за которыми расположен звукоизлучатель сигнализатора (рис. 2).

Наладка. При условии исправности всех деталей и соответствия напряжения питания номинальному (8,5—9 В) устройство начинает работать сразу. Если напряжение питания не равно заданному, следует подобрать стабилитроны *Д1, Д2*.

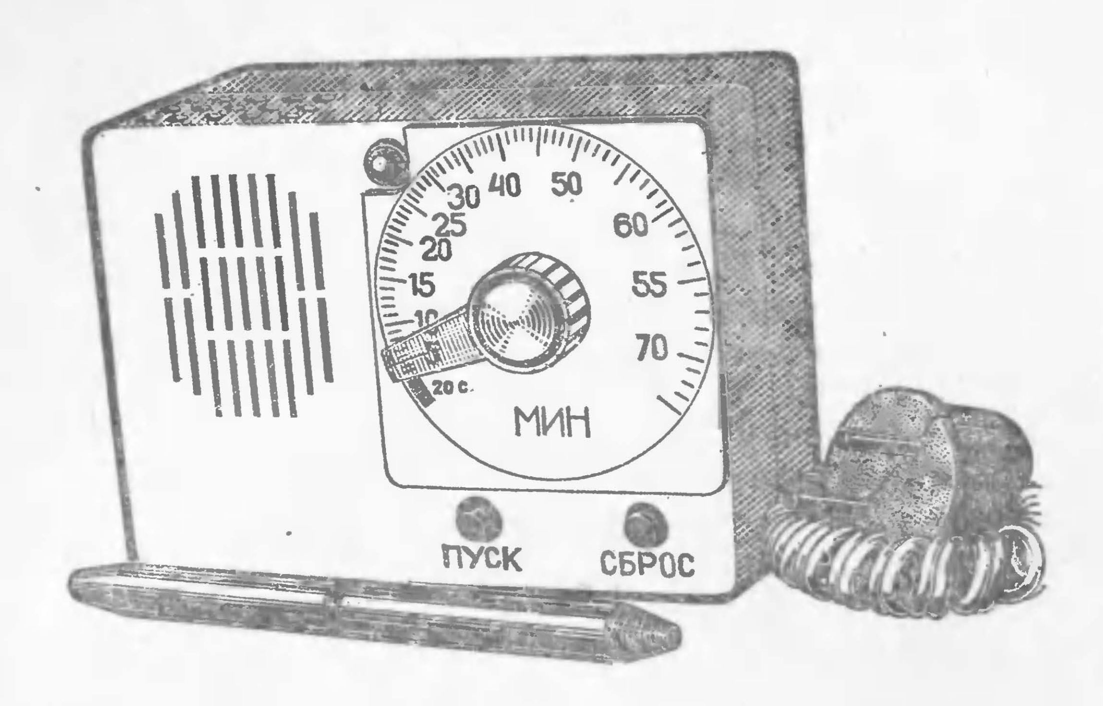


Рис. 2. Общий вид таймера

Порядок градуировки таймера. Вначале резистор $R2$ устанавливают в нижнее (по схеме) положение и, нажав кнопку «Пуск», определяют по часам максимальное время выдержки (по моменту включения сигнализатора). Оно должно составить 60—75 мин. Если максимальная выдержка менее 60 мин, то нужно увеличить или емкость конденсатора $C4$, или сопротивление резистора $R2$. Затем уточняют сопротивление резистора $R1$. Для этого движок резистора $R2$ устанавливают в верхнее положение. Запускают таймер и по секундомеру определяют минимальную выдержку, которая должна быть в данном случае равна 10—30 с. Подбирая резистор $R1$, добиваются заданной минимальной выдержки.

Далее делают на кусочке плотного картона вспомогательную круговую шкалу радиусом 40—50 мм и отмечают на ней условные градусы. В центре шкалы укрепляют резистор $R2$ и присоединяют его к устройству. Поворачивая движок резистора $R2$ от 0 до максимума через 15—20°, определяют длительность выдержек в контрольных точках. Результаты заносят в таблицу. Эту операцию повторяют 2—3 раза. По данным таблицы наносят на график точки и строят усредненную кривую $T_{\text{выд}} = f\ (\alpha)$, где α — угол поворота движка резистора $R2$, в градусах. При помощи полученной кривой находят значения частоты, соответствующие выдержкам 2, 5, 10, 15, 20 и т. д. мин и рисуют окончательную шкалу прибора.

ЛИТЕРАТУРА

Важенина З. П. Импульсные генераторы на полупроводниковых приборах.— М., Энергия, 1977.
Синельников А. Х. Электронные реле времени.— М., Энергия, 1974.

Заторможенные электродвигатели в устройствах автоматики

А. СИМКИН

По существующим в электротехнике представлениям, электродвигатель, имеющий обмотку ротора, после подачи на него питающих напряжений нельзя тормозить (останавливать) внешней силой.

Это справедливое положение имеет некоторые интересные исключения. При определенных условиях питаемый электрическим током двигатель может быть заторможен внешней силой; при этом заторможенный электродвигатель создает статический вращающий момент, равный по величине его номинальному динамическому вращающему моменту, а нагрев обмоток не превышает нормального рабочего нагрева, соответствующего режиму вращения с номинальной скоростью при номинальной механической нагрузке.

Как известно, сила тока I в обмотке ротора коллекторного электродвигателя, работающего в двигательном режиме, определяется по следующему уравнению:

$$I = \frac{U - E}{R}, \qquad (1)$$

где U — напряжение, подаваемое на обмотку ротора, В;
E — противо-ЭДС, образующаяся в обмотке ротора при его вращении, В;
R — омическое сопротивление обмотки ротора, Ом.

Поскольку в заторможенном режиме $E = 0$, то, как вытекает из выражения (1), ток I будет максимальным и, следовательно, будет представлять собой ток корот-

кого замыкания $I_к$, во много раз превышающей номинальное значение. Например, коллекторный электродвигатель постоянного тока П12 в обычном режиме работы потребляет ток, сила которого равна 11,8 А при номинальной скорости вращения 3000 об/мин и номинальном вращающем моменте 32 кгс·см. В заторможенном же режиме сила тока равна 109 А. При этом электродвигатель быстро перегревается и выходит из строя.

Чтобы обеспечить работу электродвигателя в заторможенном режиме, на ротор подается напряжение U' не номинальной величины, а меньшее, вычисленное в вольтах по формуле:

$$U' = RI_н, \quad (2)$$

где $I_н$ — номинальный ток в обмотке ротора, т. е. ток при номинальной механической нагрузке и номинальной скорости вращения, А.

Если напряжение U' подать на обмотку ротора электродвигателя, работающего в двигательном режиме, то в нем установится небольшой ток и, соответственно, малые скорость вращения и вращающий момент.

Однако если электродвигатель заторможен внешней силой, то в обмотке ротора устанавливается ток короткого замыкания. Так как напряжение U' вычислено по формуле (2), то ток короткого замыкания $I_к$ будет равен номинальному току $I_н$. При этом, поскольку вращающий момент электродвигателя в конечном счете зависит от взаимодействия магнитных полей токов ротора и статора, вращающий момент электродвигателя в заторможенном режиме равен номинальному вращающему моменту двигательного режима. Так как в этом случае ток в обмотке ротора устанавливается равным номинальному, то, следовательно, температура нагрева коллекторного электродвигателя остается в пределах нормы.

В соответствии с изложенным, в заторможенном режиме принципиально могут работать электродвигатели любой мощности.

На базе заторможенных коллекторных электродвигателей могут быть построены различные устройства автоматики, например механизмы натяжения материала (провода, ленты, полотна) при намоточных работах.

На рис. 1 и 2 показаны кинематическая и электрическая схемы механизма натяжения станка для намотки ленточных сердечников трансформаторов.

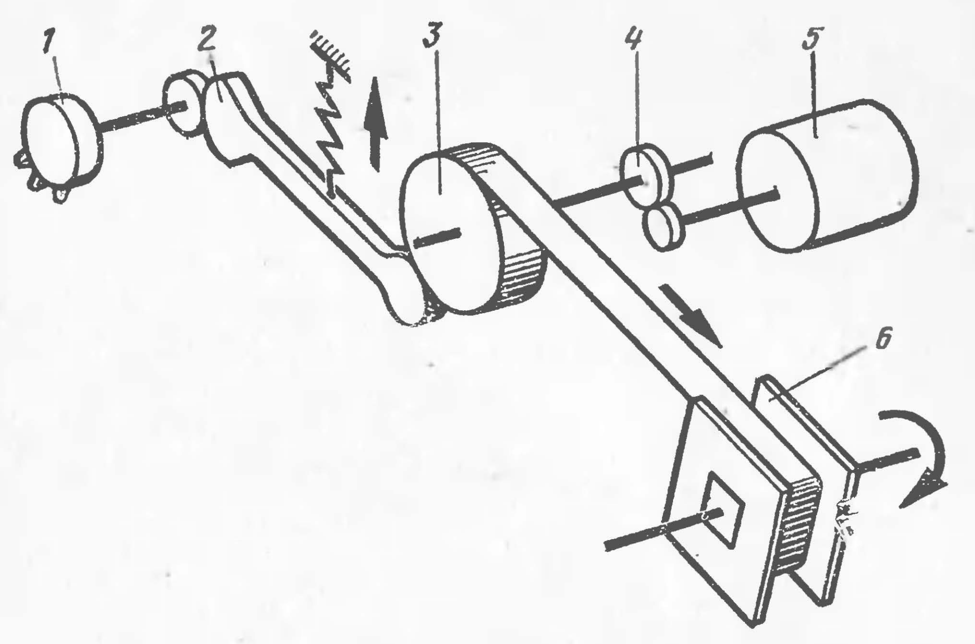


Рис. 1. Кинематическая схема механизма натяжения намоточного станка

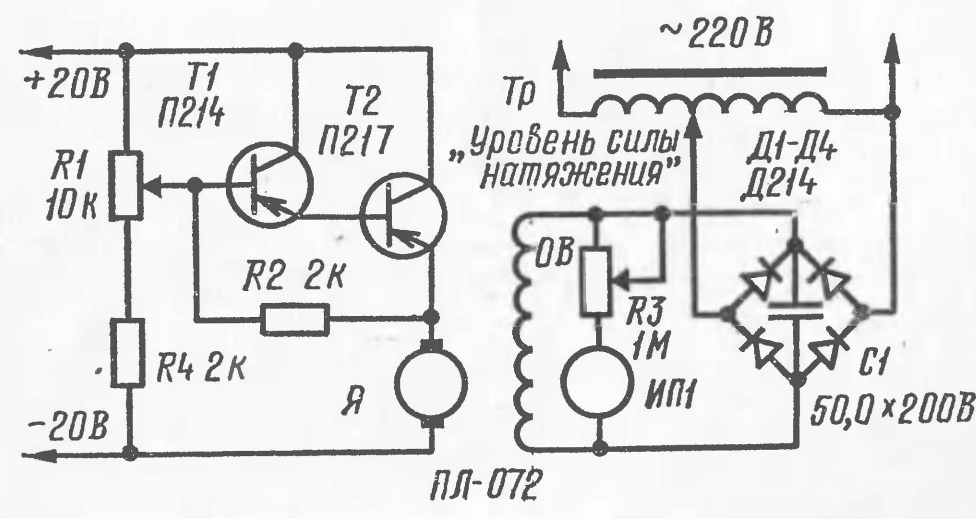


Рис. 2. Электрическая схема механизма натяжения

В механизме натяжения бобина *3* со стальной лентой жестко связана с валом электродвигателя натяжения *5*.

Питание якоря *Я* электродвигателя натяжения *5* осуществляется через эмиттерный повторитель на составном транзисторе (*Т1, Т2*). Регулирование тока якоря производится с помощью реостата *R1*, включенного в базовую цепь транзистора *Т1* и связанного с боби-

ной *3*. Напряжение питания якоря устанавливается значительно ниже номинального на основании выражения (2) и условия непревышения допустимого напряжения выходного транзистора *Т2*.

Начальный уровень силы натяжения обеспечивается подачей соответствующего уровня напряжения питания обмотки возбуждения *ОВ* с помощью автотрансформатора *Тр* по измерительному прибору *ИП1*, проградуированному в значениях силы натяжения.

В процессе намотки сердечника трансформатора *6* стальная лента сматывается с бобины *3*, вращая ее вместе с валом электродвигателя *5*. Направление вращающего момента электродвигателя *5* противоположно направлению рабочей подачи ленты в процессе намотки. Это создает натяжение ленты.

По мере намотки сердечника *6* диаметр бобины *3* уменьшается, и следящий рычаг *2* поворачивает рукоятку реостата *1* (резистор *R1*) так, что его сопротивление увеличивается, а ток базы входного транзистора *Т1* уменьшается. В результате ток, протекающий через якорь электродвигателя *5*, и тормозной момент двигателя уменьшаются. При одновременном уменьшении диаметра бобины *3* сила натяжения ленты, определяемая отношением тормозного момента к диаметру бобины, сохраняется практически постоянной.

Для увеличения силы натяжения в механизме может быть дополнительно применен редуктор усиления *4*, малая шестерня которого надевается на вал электродвигателя натяжения *5*, а большая — на ось бобины *3*.

Следует отметить, что при работе заторможенного коллекторного электродвигателя в механизме натяжения ротор не остается неподвижным, а получает принудительное вращение от материала намотки (ленты, проволоки), что переводит электродвигатель в генераторный режим работы. В этом случае в роторе наводится некоторая ЭДС, обратная по знаку противо-ЭДС в двигательном режиме. ЭДС генераторного режима теоретически должна увеличить ток короткого замыкания в якоре. Однако вследствие относительно невысокой скорости принудительного вращения ротора величина наводимой ЭДС весьма незначительна и на практике не влияет на силу тока короткого замыкания в якоре.

Исполнительными электродвигателями натяжения могут быть любые коллекторные электродвигатели постоянного тока ПЛ, СЛ, П, МИ и др.

Датчик *1* диаметра бобины (резистор *R1*) — потенциометр любого типа (СП-1, ППБ-1 и др.).

Резистор *R2* обеспечивает снижение до минимума начального (нулевого) тока через якорь *Я* электродвигателя. В зависимости от сопротивления якоря и типов примененных транзисторов *Т1* и *Т2* сопротивление резистора *R2* может несколько варьироваться. Оптимальное сопротивление резистора *R2* подбирается с помощью миллиамперметра, включенного в цепь якоря *Я*.

Измерительным прибором *ИП1* может быть гальванометр (микроамперметр и миллиамперметр) любого типа, например М24, М362 и др.

Резистор *R3* служит для калибровки прибора *ИП1* на верхнем пределе силы натяжения.

Регулирование тока возбуждения с помощью автотрансформатора целесообразно производить при использовании электродвигателей с силой тока возбуждения более 0,2—0,3 А. При меньших силах тока возбуждения регулирование можно производить реостатом.

Недостатком механизма натяжения на коллекторном электродвигателе является относительно высокая инерционность вследствие большой массы якоря. Поэтому такой механизм рекомендуется применять при скорости подачи наматываемого материала не выше 1—2 м/с.

Другой тип электродвигателей, которые могут быть использованы в заторможенном режиме,— двухфазные

Таблица 1

Тип двигателя	Напряжение возбуждения, В	Напряжение управления макс., В	Частота переменного тока, Гц	Мощность двигателя, Вт	Вращающий момент, кгс·см	Емкость фазосдвигающего конденсатора, мкФ	Радиатор охлаждения
АДП-123	110	110	400	4,1	100	0,3	Не требуется
АДП-262	110	125	50	9,5	500	2,5	Не требуется
АДП-362	110	125	50	19	950	6,5	Рекомендуется

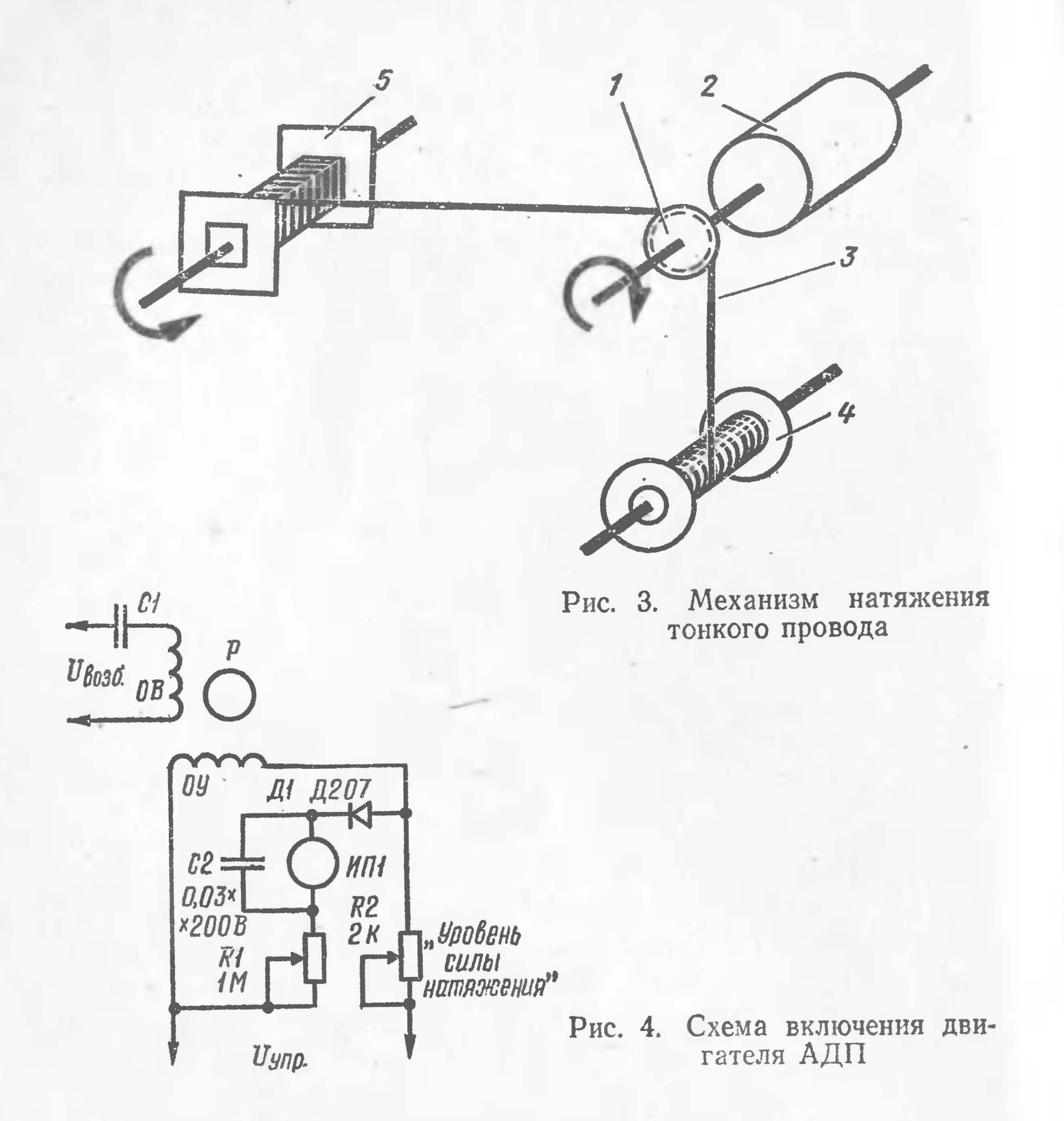


Рис. 3. Механизм натяжения тонкого провода

Рис. 4. Схема включения двигателя АДП

бесколлекторные асинхронные электродвигатели с полым ротором (АДП, ДИД, ЭМ и др.) Достоинством их является малая инерционность. Электродвигатели с полым ротором допускают работу в заторможенном режиме без снижения уровня питающих напряжений, т. е. при номинальных питающих напряжениях. Наиболее мощные электродвигатели этого типа рекомендуется снабдить радиаторами охлаждения.

В табл. 1 приведены важнейшие технические характеристики некоторых электродвигателей АДП.

На рис. 3 и 4 показан пример использования заторможенного электродвигателя АДП в механизме натяжения тонкого провода при намотке катушек трансформаторов, дросселей и т. п.

В механизме натяжения шкив *1* жестко закреплен на валу электродвигателя *2*. Провод намотки *3* одним витком охватывает шкив *1*. Направление вращающего момента электродвигателя *2* противоположно направлению рабочей подачи провода *3* при намотке, что создает натяжение провода. Величина силы натяжения устанавливается реостатом *R2* по амперметру *ИП1*, проградуированному в значениях силы натяжения. Такой механизм обеспечивает постоянство силы натяжения провода без автоматического регулирования.

Емкость фазосдвигающего конденсатора *C1* (см. рис. 5) определяется из табл. 1 или из справочника — при использовании других типов двигателей. Тип конденсатора — МБГЧ, МБМ и др., рабочее напряжение — не менее 250 В.

Сопротивление потенциометра *R2* уточняется в зависимости от типа примененного электродвигателя. Тип потенциометра — ППБ-25, РП-25 и др., мощность — не менее 25 Вт.

Резистор *R1* служит для калибровки прибора *ИП1* на верхнем пределе силы натяжения.

Налаживание механизма натяжения, приведенного на рис. 4 и 5, сводится к следующему. Перед включением механизма под напряжение для защиты гальванометра *ИП1* движок резистора *R1* следует поставить в крайнее нижнее положение (максимальное сопротивление). Если монтаж электрической схемы выполнен правильно, исполнительный электродвигатель натяжения *2* сразу начинает вращаться (когда провода нет). Скорость вращения должна плавно регулироваться ручкой «Уровень силы натяжения». При этом направление вращения должно быть противоположным направлению подачи провода намотки — как показано круговыми стрелками на рис. 4. Если это условие не выполняется, следует поменять местами подводящие провода питания обмотки управления.

Далее следует произвести градуировку гальванометра *ИП1*.

На шкив *1* в специальном отверстии закрепить прочную нить или капроновую леску длиной 50—80 см, к свободному концу которой привязать легкий самодельный

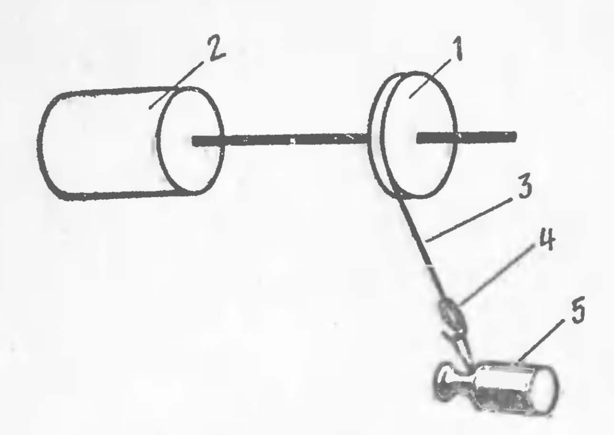


Рис. 5. Налаживание механизма натяжения

крючок, сделанный, например, из канцелярской скрепки, как показано на рис. 5. Затем в зависимости от максимальной силы натяжения, на которую рассчитан механизм натяжения, на крючок с помощью петли подвесить гирю подходящей массы. Ручку «Уровень силы натяжения» поставить в положение, соответствующее минимальному току в обмотке управления. Затем, медленно поворачивая ручку, плавно увеличивать ток в обмотке управления до тех пор, пока гиря не начнет медленно подниматься вверх, т. е. механизм натяжения будет обеспечивать требуемую в данном случае силу. После этого необходимо реостатом *R1* установить стрелку гальванометра на максимальную риску шкалы.

Затем ручку «Уровень силы натяжения» следует вновь установить в положение минимального тока в обмотке управления, а к крючку подвесить другую гирю (или набор гирь) — в зависимости от принятой цены деления шкалы. Вновь, плавно вращая ручку «Уровень силы натяжения», добиться легкого трогания гирь вверх.

Аналогично произвести градуировку всей шкалы гальванометра, записывая вес гирь и соответствующие ему положения стрелки гальванометра *ИП1*.

После этого нужно осторожно вскрыть гальванометр, с его шкалы смыть растворителем посторонние цифры и знаки и тушью нанести новую градуировку (для простоты можно новую градуировку не наносить, а составить пересчетную градуировочную таблицу или график).

Следует иметь в виду, что сила, создаваемая механизмом натяжения и, соответственно, его градуировка, прямо зависят от диаметра шкива *1*.

В соответствии с этим для градуировки механизма натяжения (см. рис. 1 и 2) следует изготовить градуировочный шкив, диаметр которого должен соответствовать максимальному диаметру бобины *3*. При градуировке этот шкив жестко закрепляется на валу электродвигателя *5* вместо бобины *3*.

В настоящей статье описаны два примера использования заторможенных электродвигателей. Читатели, познакомившись с интересным свойством электродвигателей — принципиальной возможностью работать неограниченно долго в заторможенном режиме без перегрева и с сохранением номинального вращающего момента, могут предложить и другие применения заторможенных электродвигателей.

ЛИТЕРАТУРА

Акимов М. И. и др. Оборудование для намотки дросселей и трансформаторов медной фольгой и лентой.— Электронная техника. Сер. 5. Радиодетали и радиокомпоненты, 1977, вып. 5 (24), с. 98—102.

Еромолин Н. П. Электрические машины малой мощности.— М., Высшая школа, 1967, с. 603.

Лопухина Е. М., Соломихина Г. С. Асинхронные микромашины с полым ротором.— М., Энергия, 1967, с. 488.

Симкин А. М. Устройство натяжения на заторможенном коллекторном электродвигателе.— Электронная техника. Сер. 5. Радиодетали и радиокомпоненты, 1979, вып. 2 (33), с. 91—94.

Устройство охранной сигнализации

А. ДЬЯКОВ

Устройство предназначено для охраны гаража или складского помещения. На рис. 1 представлена функциональная схема упрощенного варианта охранного устройства. Оно реагирует на замыкание концевого выключателя *1*, стоящего в контрольной цепи; при этом сработает и самоблокируется реле *4*, в результате будет подано питание на электросирену *5*, содержащую в качестве источника звука (ревуна) электродинамический громкоговоритель *6*. Тумблером *2* устройство сигнализации выключается.

Принципиальная схема упрощенного варианта сигнального устройства показана на рис. 2. Для

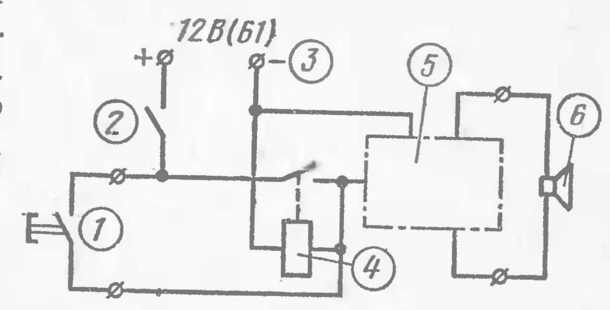


Рис. 1. Функциональная схема (упрощенный вариант)

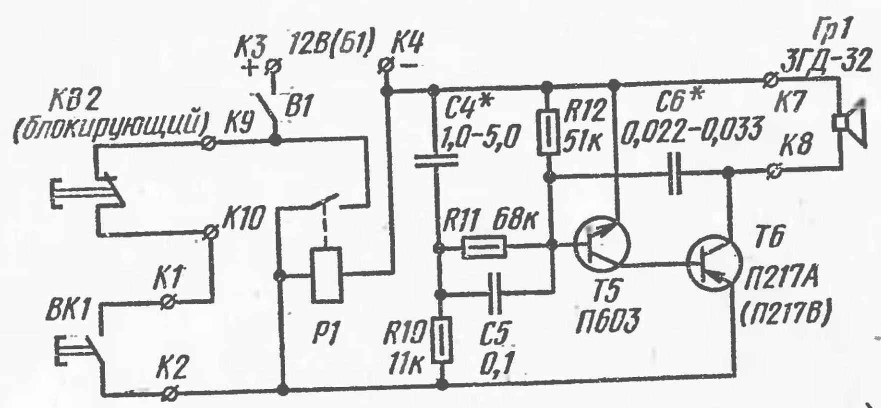


Рис. 2. Принципиальная схема (упрощенный вариант)

его питания применяется автономная батарея *Б1* на 12 В. К клеммам *К1, К2* подключается основной рабочий концевой выключатель *КВ1*, а к клеммам *К9, К10* — блокирующий концевой выключатель *КВ2*. Он ставится так, чтобы его можно было скрытно выключить и тем самым не дать сработать сигнальному устройству. В исходном положении *КВ2* находится в нормально замкнутом состоянии.

При срабатывании реле *Р1* через его контакты будет запитан самовозбуждающийся усилитель, собранный на транзисторах *Т5, Т6*. В цепь коллектора транзистора *Т6* включен громкоговоритель *Гр1*. Он подсоединяется к клеммам *К7, К8*.

Выключить работающее сигнальное устройство можно только тумблером *В1*.

Более сложным является охранное устройство, функциональная схема которого изображена на рис. 3. Оно реагирует на размыкание (разрыв) контрольной цепи, имеющей в своем составе ряд последовательно соединенных нормально замкнутых концевых выключателей и проволочную петлю, проложенную внутри охраняемого помещения (гаража, склада) поперек досок, стен и мест, которые могут быть нарушены.

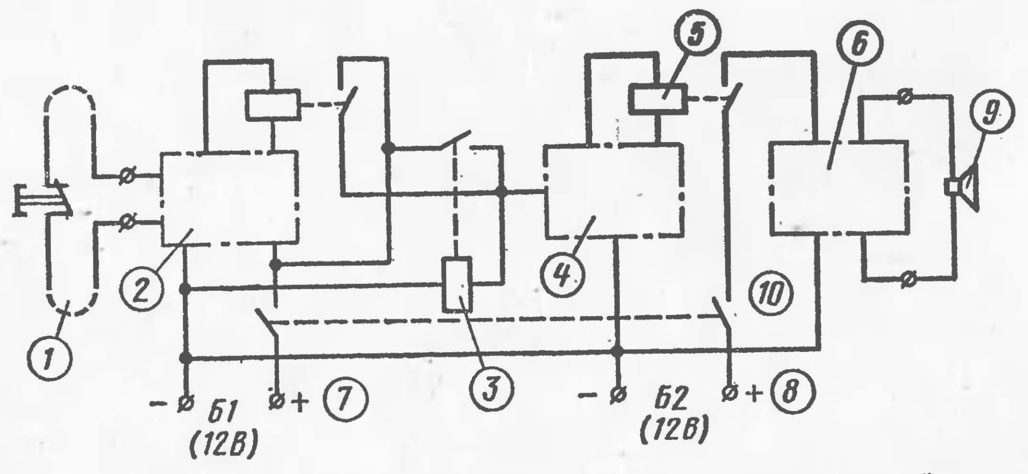


Рис. 3. Функциональная схема охранного устройства

Рассмотрим принцип действия этого устройства. При разрыве контрольной цепи *1* в блоке индикации *2* срабатывает реле, после чего срабатывает и самоблокируется реле *3*, которое, в свою очередь, подает питание от батареи *7* на мультивибратор *4*, имеющий в своем составе реле *5*. Реле *5* своими контактами периодически подключает питание от батареи *8* к электросирене *6*. Источником звука служит электродинамический громкоговоритель *9* на мощность 2—4 Вт. Громкий прерывистый звук будет продолжаться до тех пор, пока не выключат питание тумблером *10*, восстановление же порванной контрольной цепи не прекратит звуковую тревожную сигнализацию.

Для автономного питания устройства сигнализации в летнее время (при плюсовых температурах окружающей среды) применяются два источника на 12 В, каждый из которых составлен из трех плоских батарей 3336Л для карманного фонаря. Как показала отработка схемы, при питании от одного источника происходит завязка по цепям питания между мультивибратором и электросиреной: мультивибратор меняет длительность срабатывания реле. Исключив мультивибратор и включая электросирену от промежуточного реле *3*, можно питать устройство от одного источника, составленного из батарей 3336Л. При питании от аккумуляторной батареи возможно отсутствие указанной завязки — это следует проверить при наладке.

В зимнее время источником питания могут быть только аккумуляторные батареи с морозостойким электролитом.

Как не допустить срабатывания устройства при открывании дверей? Для этой цели нужно установить скрытый блокирующий включатель.

Принципиальная схема усложненного варианта охранного устройства приведена на рис. 4. Блок индикации обрыва контрольной цепи содержит транзисторы *Т1, Т2*, реле *Р1, Р2* и резисторы *R1—R4*. При замкнутых контактах концевых выключателей *КВ1 — КВ4* резистор *R1* подключен к базе транзистора *Т1*, в результате его

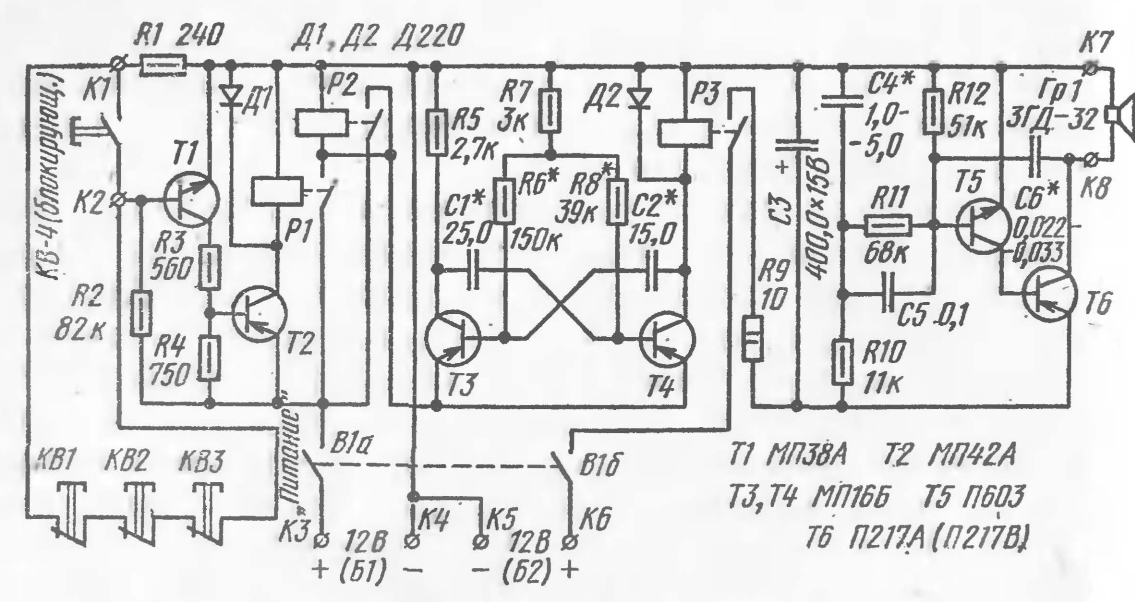


Рис. 4. Принципиальная схема охранного устройства

коллекторный ток будет минимален (0,15 мА). На резисторе *R4* создастся незначительное падение напряжения, приложенное между базой и эмиттером транзистора *Т2*, у которого коллекторный ток также будет минимален. После размыкания одного из концевых выключателей *КВ1—КВ4* падение напряжения на резисторе *R4* составит 4—5 В (сила тока в цепи коллектора транзистора *Т1* примерно равна 7 мА).

Транзистор *Т2* откроется полностью (сила тока в цепи коллектора транзистора *Т2* 48 мА). Реле *Р1* сработает, подав через свои контакты напряжение +12 В на реле *Р2*, которое самоблокируется и, в свою очередь, запитает мультивибратор, собранный на транзисторах *Т3, Т4*, резисторах *R5—R8*, реле *Р3*, конденсаторах *С1, С2* и диоде *Д1*. Реле *Р3* периодически срабатывает на 1,5—3 с и на это время своими контактами подает напряжение +12 В от батареи *Б2* на электросирену — самовозбуждающийся усилитель. Электросирена собрана на транзисторах *Т5, Т6* и содержит резисторы *R9—R12*, конденсаторы *С3—С6* и громкоговоритель *Гр1*, подключаемый к клеммам *К7, К8* при помощи длинных проводов (до 10 м) сечением не менее 0,35 мм².

Детали, монтаж, регулировка. Для стабильности работы на морозе все конденсаторы (кроме *С3*) применяются только с бумажным диэлектриком (типа МБГО, МБМ, МБГП-3, ОМБГ-3 и др.).

Кроме указанных на схеме возможно применение следующих типов радиодеталей:

Т1 — (П603, МП37Б, П11, КТ202Б, Г, КТ104В, МП103А);
Т2 — (П42, П39, МП16 (А—В), ГТ402Д-Ж, ГЦ403Б, Г, Е);
Д1, Д2 — (Д223, Д219А, Д7А-Ж, Д237Б);
Т3, Т4 — (МП21А, МП41, МП42А, МП39А, П13Б);
Т5 — (ГТ404А, Б, В, Г);
Т6 — (П213Б, П214В, Г, П215, П4БЭ);
Р1, Р2 — (РЭС-15 (РС4.591.003П2), РЭС-9 (РС4.524.214), РЭС-34 (РС4.524,373), РЭС-60 (РС4.569.438);
Р3 — (РЭС-34 (РС4. 524.373);
Гр1 — (2ГД-38, 2ГД-40, 3ГД38Е, 3ГД-40, 4ГД-8Е, 4ГД-36).

Все транзисторы перед монтажом должны быть проверены. Коэффициент усиления должен быть в пределах 40—60. К монтажу следует приступать только после подбора всех деталей. Монтаж производится объемно-навесным способом на общей плате из текстолита.

Блок индикации обрыва, мультивибратор и электросирену можно смонтировать на отдельных платах. Транзистор *Т6* устанавливается на радиатор площадью 100 см². На лицевой панели устройства располагаются клеммы и тумблер выключения питания. Около клемм следует выгравировать надписи о их целевом назначении.

Если устройство смонтировано без ошибок, настройка его несложна. При регулировке необходим авометр (тестер) любого типа, например Ц-20.

Вначале проверяется блок индикации. Следует свести к минимуму потребление тока в режиме исходного состояния, так как это обеспечит больший ресурс батарей. Для удобства контроля срабатывания реле *Р2* параллельно его обмотке следует подключить лампочку СМ-37 (27 В, 0,05 А).

Работа мультивибратора регулируется подбором номиналов резисторов *R6, R8* и емкости конденсаторов *С1* и *С2*. Контроль осуществляется по срабатыванию реле *Р3*, к контактам которого временно подключается индикаторная лампочка на 3,5 В, питаемая от одной батареи 3336Л.

Электросирена работает без регулировки. Подбором емкости конденсаторов *С4* и *С6* устанавливается тон ревуна.

После раздельной регулировки все блоки состыковываются и проверяется функционирование устройства.

Следует также проверить работоспособность при пониженном напряжении питания (9 В). Необходимо измерить силу тока в режиме ожидания срабатывания. Зная ее, можно рассчитать ресурс батареи *Б1*. Батареи в процессе эксплуатации следует периодически заменять на новые. Применять сетевые блоки питания нежелательно. Батареи 3336Л соединяются в общую батарею припаянными перемычками. Параллельное включение батарей недопустимо.

При эксплуатации, перед закрытием дверей, временно замыкается скрытый выключатель КВ-4, включается тумблер «Питание». После закрытия дверей КВ-4 размыкается и устройство подготовлено к подаче охранной сигнализации.

ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

Малогабаритная акустическая система

П. СТРОЧКОВ

Радиолюбителям, занимающимся конструированием высококачественной звуковоспроизводящей аппаратуры, известно, что для получения хорошего стереоэффекта необходимо обеспечить оптимальное расположение громкоговорителя относительно слушателя. Удовлетворить высокие требования, предъявляемые к современным громкоговорителям, возможно лишь в многополосных акустических системах, где использованы две или более динамические головки, каждая из которых воспроизводит только часть общего спектра сигнала. В жилых помещениях небольшого размера решение этой задачи облегчается при использовании малогабаритных акустических систем (МАС).

Описываемая малогабаритная акустическая система содержит две динамические головки: низкочастотную 10ГД-34 и высокочастотную 3ГД-31.

Принципиальная схема МАС приведена на рис. 1.

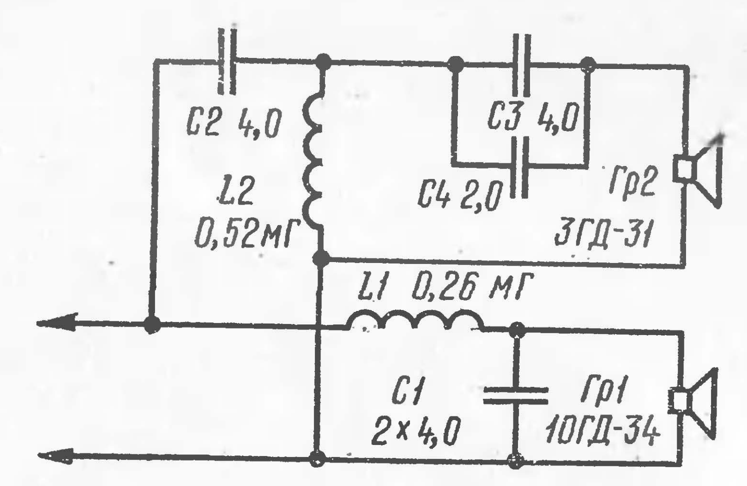


Рис. 1. Принципиальная схема МАС

Основные технические характеристики МАС

Номинальная мощность, Вт	10
Номинальное электрическое сопротивление, Ом	4
Номинальный диапазон воспроизводимых частот, Гц	40—18 000
Неравномерность частотной характеристики по звуковому давлению в диапазоне частот 50—20 000 Гц, дБ	8
Частота раздела фильтра, кГц	3,5
Крутизна спада НЧ фильтра, дБ на октаву	12
Крутизна спада ВЧ фильтра, дБ на октаву	18
Среднее стандартное звуковое давление, Па	0,12
Полезный объем, л	8,5
Габариты, мм	310×340×220

Частотная характеристика МАС (зависимость звукового давления *P* от частоты *f* на рабочей оси МАС на расстоянии 1 м) при выходном напряжении 1 В приведена на рис. 2.

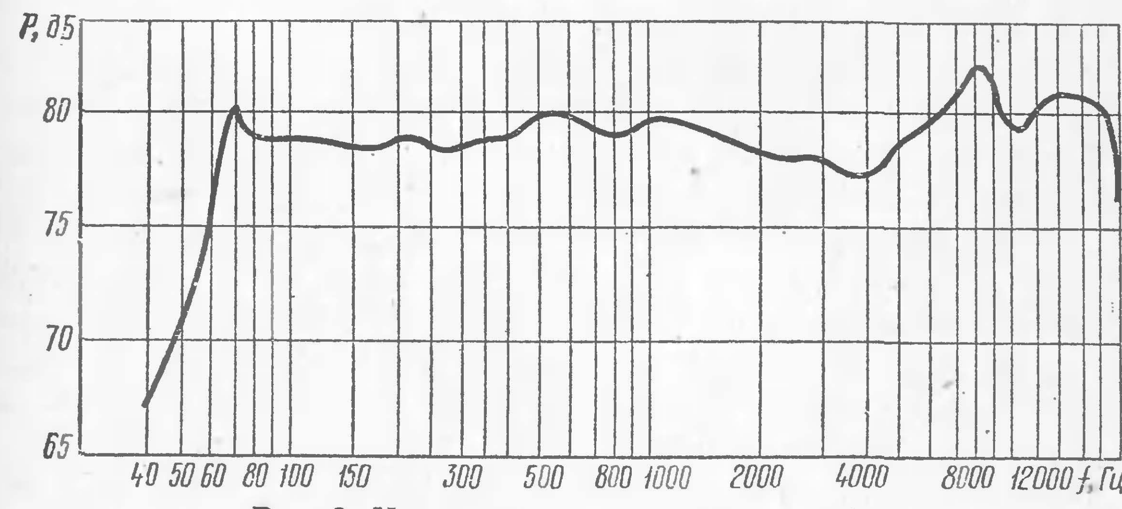


Рис. 2. Частотная характеристика МАС

3 2792

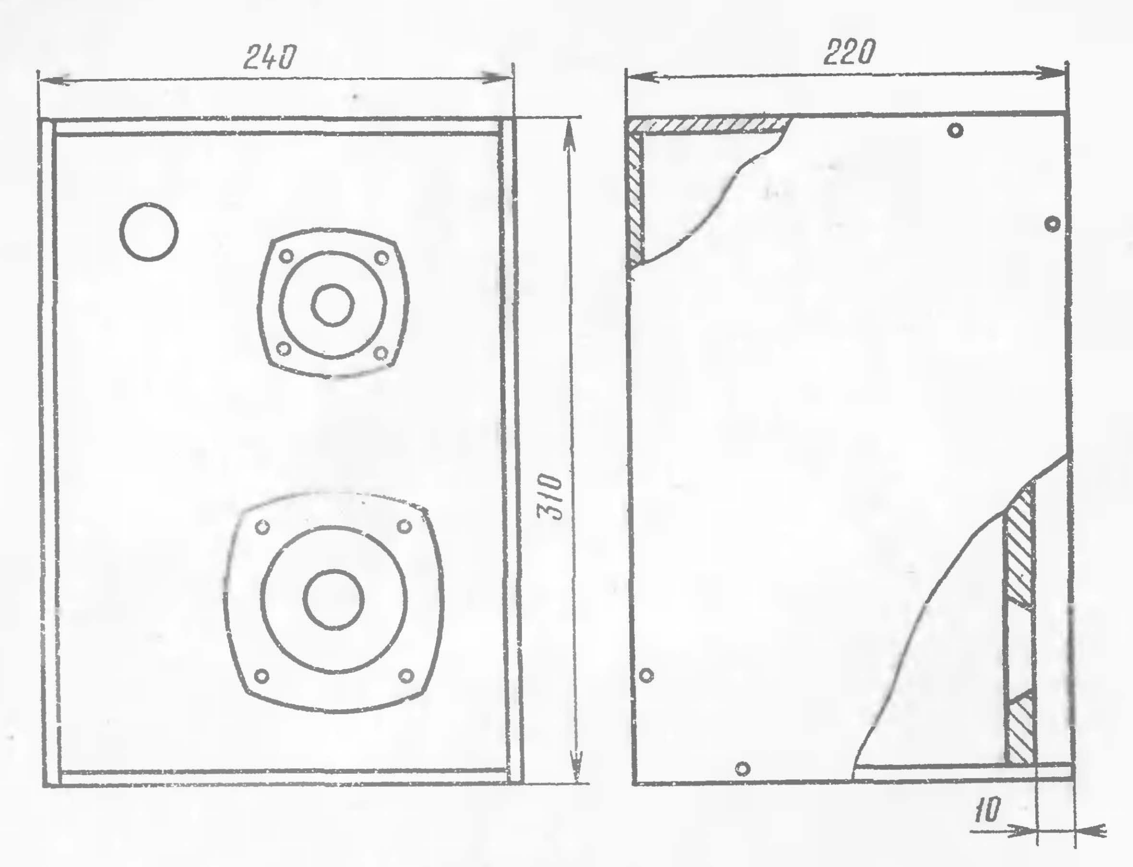


Рис. 3. Чертеж ящика

Ящик акустической системы выполнен в виде фазоинвертора. Правильно рассчитанный фазоинвертор позволяет расширить эффективно воспроизводимый диапазон в сторону низких частот, увеличить КПД и уменьшить искажения на этих частотах по сравнению с закрытым ящиком (см. Эфрусси М. М. Громкоговорители и их применение.— М., Энергия, 1976).

Изготовление ящика. Чертеж ящика МАС приведен на рис. 3, а чертеж передней стенки — на рис. 4. Для сборки ящика нужно заготовить шесть стенок из фанеры или древесностружечной плиты (ДСП). При толщине материала 20 мм заготовки должны иметь следующие размеры: 270 × 200 мм (передняя и задняя стенки), 200 × 220 мм (верхняя и нижняя), 220 × 310 мм (боковые).

При другой толщине материала размеры заготовок нужно изменить так, чтобы внутренний объем не изменился. При толщине материала меньше 15 мм жесткость стенок будет недостаточной и частотная характеристика МАС ухудшится.

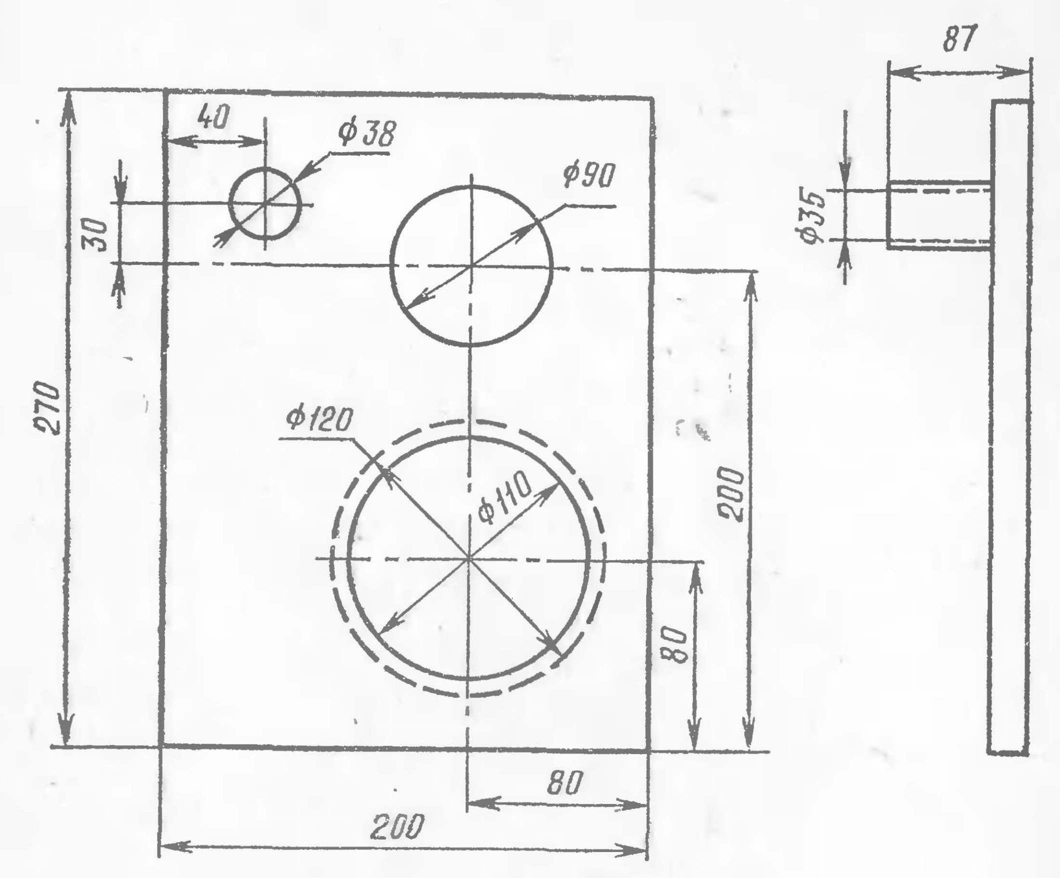
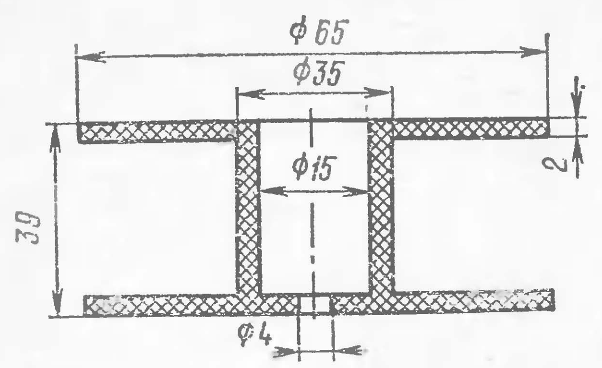


Рис. 4. Передняя панель

В передней стенке вырезают отверстия для головок и туннеля фазоинвертора, который изготовляют из жесткой трубки (дюралюминий, пластмасса и др.) с внутренним диаметром 35 мм. Толщина стенок трубки должна быть не менее 1—1,5 мм.

Разделительный фильтр. Катушки разделительного фильтра наматывают проводом ПЭВ-1 диаметром 1,3 мм на каркасах из оргстекла (текстолита, эбонита и т. п.). Катушка *L1* содержит 93, а катушка *L2* — 132 витка. Размеры каркасов приведены на рис. 5. Конденсаторы фильтра *C1*—*C3* — МБГО (МБГП) с лапками для крепления.

Сборка акустической системы. Все стенки ящика соединяют встык шурупами длиной 35 мм с потайными головками. При изготовлении ящика из ДСП, для того чтобы плита не расслаивалась при заворачивании шурупов, отверстия под шурупы следует делать как показано на рис. 6. В целях герметизации ящика все стенки и отверстия под шурупы необходимо промазать эпоксидным клеем.



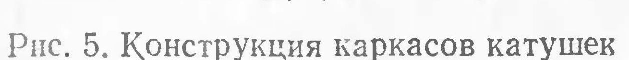


Рис. 5. Конструкция каркасов катушек

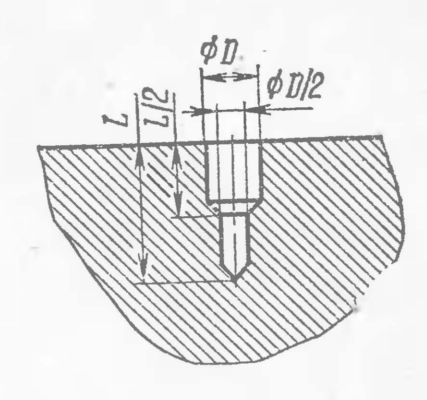


Рис. 6. Отверстия под шурупы

Сначала соединяют все стенки ящика, кроме передней. Если герметизация после сборки оказалась недостаточной, что приведет к утечке воздуха через швы и щели и ухудшению частотной характеристики МАС на низких частотах, внутренние швы промазывают пластилином или замазкой. Для уменьшения неравномерности частотной характеристики МАС внутренние поверхности ящика необходимо оклеить поролоном, войлоком или другими звукопоглощающими материалами (толщина поролона 1,5—2, войлока — 0,5—1 см).

Затем на задней стенке ящика монтируют разделительный фильтр, крепят провод для подключения МАС к усилителю и подготавливают проводники для подключения головок. Расстояние между катушками фильтра должно быть не менее 100 мм.

После этого занимаются передней панелью: подсоединяют к ней туннель фазоинвертора и устанавливают ее в ящик. Швы между передней панелью и стенками ящика также промазывают пластилином или замазкой. Наконец, подпаивают проводники к головкам, и головки крепят на передней панели с наружной стороны. Все щели между головками и передней панелью также промазывают пластилином. Внешние поверхности ящика отделывают фанеровкой, оклеивают декоративной пленкой или обтягивают акустически прозрачной декоративной тканью.

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ

Несколько основных вариантов применения операционного усилителя К140УД1Б(КУД401Б)

Н. ГАВРИЛИН

Термин «операционный усилитель» первоначально обозначал конкретный тип усилителя, применяемого в аналоговых вычислительных машинах для выполнения чисто математических операций, таких как суммирование, вычитание, интегрирование и дифференцирование. Однако многосторонние возможности операционного усилителя сделали его ныне основным унифицированным узлом практически в любой области электроники. ОУ используются в составе нормирующих преобразователей, стабилизаторов напряжения, активных фильтров, генераторов функций, аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей, а также многих других устройств.

Операционный усилитель применяется, как правило, в качестве активного элемента в схемах с обратными связями. При достаточно большом коэффициенте усиления операционного усилителя передаточная характеристика устройства, выполненного на его основе, определяется только параметрами цепей обратной связи.

Вниманию читателя предлагаются несколько широко распространенных в радиолюбительской практике схем с применением в них операционного усилителя К140УД1Б.

Краткое описание микросхемы. Микросхема К140УД1Б конструктивно оформлена в герметичном металлостеклянном двенадцатиштырьковом корпусе (рис. 1). Принципиальная схема приведена на рис. 2. Микросхема имеет три каскада усиления. Первый и второй каскады — дифференциальные. Режим работы транзисторов входного каскада задается генератором тока на транзисторе *Т3* (схема с общей базой). Его рабочая точка термостабилизирована транзистором *Т6* в диодном включении.

Выходной каскад выполнен на транзисторах *Т7, Т9,* включенных по схеме с общим коллектором, и транзисто-

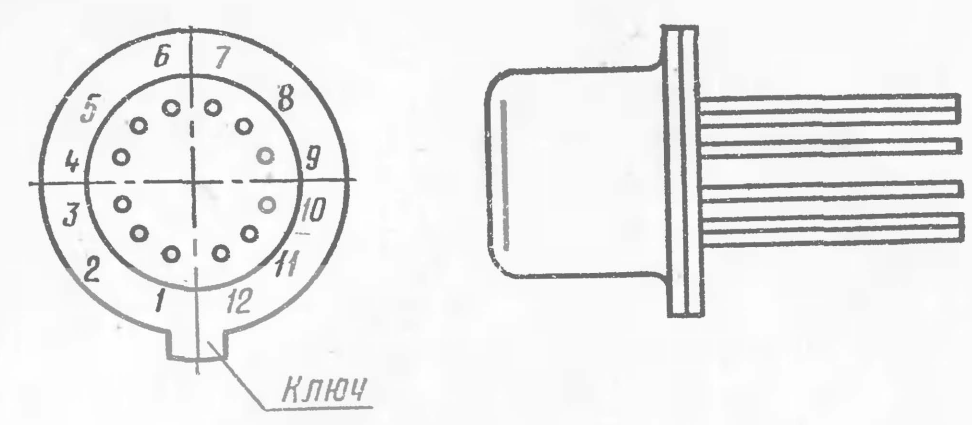


Рис. 1. Внешний вид микросхемы К140УД1Б

ре *Т8*, который используется в качестве генератора тока.

Эмиттерный повторитель, транзистор *Т7*, обеспечивает развязку между вторым каскадом усиления (транзисторы *Т4, Т5*) и выходным каскадом.

Генератор тока (транзистор *Т8*) обеспечивает стабильное падение напряжения на резисторе *R9* и тем самым — необходимый сдвиг уровня сигнала.

Эмиттерный повторитель (транзистор *Т9*) обеспечивает минимальное выходное сопротивление всего операционного усилителя.

Выходной каскад обладает коэффициентом усиления за счет положительной обратной связи по току. Приращение напряжения на резисторе *R12* при изменении сигнала на эмиттере транзистора *Т9* прикладывается к эмиттеру транзистора *Т8*.

Положительная обратная связь в выходном каскаде увеличивает размах выходного напряжения.

Транзистор *Т8*, включенный по схеме с общей базой, работает как отрицательное сопротивление за счет положительной связи на его эмиттер, поэтому переменная составляющая на базе транзистора *Т9* превышает в несколько раз аналогичную составляющую на эмиттере транзистора *Т7*.

Рис. 2. Принципиальная схема операционного усилителя К140УД1Б

Назначение выводов микросхемы: *1* — минус источника питания; *4* — общий (земляной); *7* — плюс источника питания; *5* — выход; *9* — инвертирующий вход; *10* — неинвертирующий вход; *2, 3* и *12* — предназначены для подключения внешних корректирующих цепей; *6, 8* и *11* — свободные.

При установке микросхемы на печатную плату необходимо помнить, что неиспользуемые выводы микросхемы нужно подпаивать только к свободным (никуда не подключенным) контактным площадкам.

Основные электрические параметры микросхемы

Напряжение источников питания, В	±12,6
Максимальное напряжение источников питания с учетом пульсаций, В	±15
Потребляемый ток, мА	⩽12
Коэффициент усиления	от 1000 до 15 000
Напряжение смещения нуля, мВ	⩽ ±10
Максимальное синфазное входное напряжение, В	±6
Максимальное входное напряжение дифференциального сигнала, В	±1,5
Входное сопротивление, кОм	⩾4
Напряжение выходного сигнала, В	⩾5,7

Компенсация напряжения смещения нуля. Наличие разбросов номиналов компонентов ОУ и их температурный уход приводят к тому, что на выходе усилителя появляется некоторое постоянное напряжение смещения при отсутствии сигнала на входе. Это напряжение смещения пересчитывается на вход и поэтому не зависит от коэффициента усиления операционного усилителя. Если, например, известно, что входное напряжение смещения нуля операционного усилителя составляет не более ±1 мВ и он используется в схеме с обратной связью, имеющей усиление 100, то выходное напряжение при нулевом входном сигнале будет лежать в пределах от +0,1 до —0,1 В.

Наличие какого бы то ни было напряжения смещения проявляется в виде постоянного напряжения ошибки на выходе при обращении входного сигнала в нуль. Полная

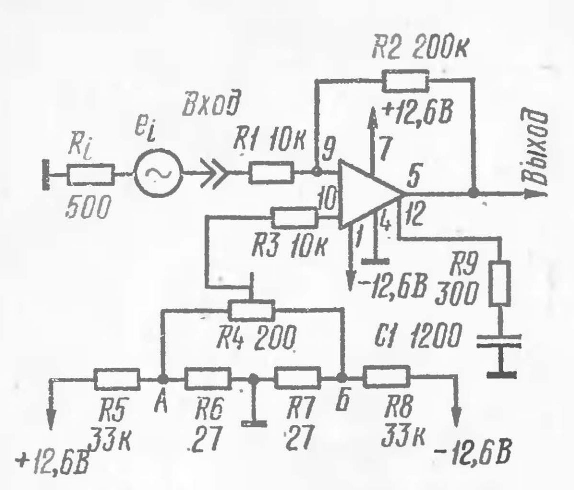


Рис. 3. Схема компенсации напряжения смещения нуля

компенсация напряжения смещения нуля довольно сложная задача хотя бы из-за наличия температурных факторов, но в радиолюбительской практике хорошо работает устройство, схема которого представлена на рис. 3.

Сопротивления резисторов *R5—R8* выбраны такими, чтобы потенциалы в точках *А* и *Б* были примерно ±10 мВ (предельное значение напряжения смещения нуля).

При выборе номиналов остальных элементов необходимо учитывать следующее:

сопротивление резистора *R3* должно быть больше сопротивления резистора *R4* по меньшей мере на порядок для уменьшения влияния положения движка резистора *R4* на общее сопротивление цепи между выводом *10* и землей по постоянному току;

резисторы *R1* и *R2* обеспечивают необходимый коэффициент усиления усилителя K_u, при этом сопротивление резистора *R1* должно удовлетворять неравенству $R_1 \gg R_i$, где R_i — внутреннее сопротивление источника сигнала;

сопротивление резистора *R2* выбирается из условия:

$$K_u = \frac{R_2}{R_1},$$

сопротивление резистора *R3* определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

Если входной сигнал подается на инвертирующий вход через конденсатор, то $R_3 = R_2$.

Эти требования вытекают из необходимости обеспечения одинаковых падений напряжений во входных цепях от входных токов покоя микросхемы. Нулевой выходной сигнал устанавливается при помощи резистора *R4* и

измеряется вольтметром постоянного тока при нулевом входном сигнале.

Так как сигнал подается на инвертирующий вход, то выходное напряжение будет инвертировано (в противофазе) относительно входного. Коэффициент усиления

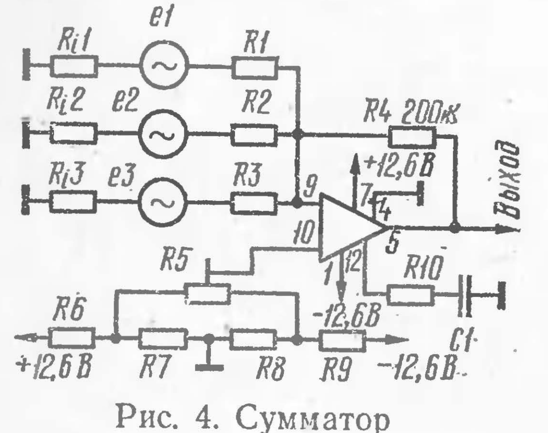


Рис. 4. Сумматор

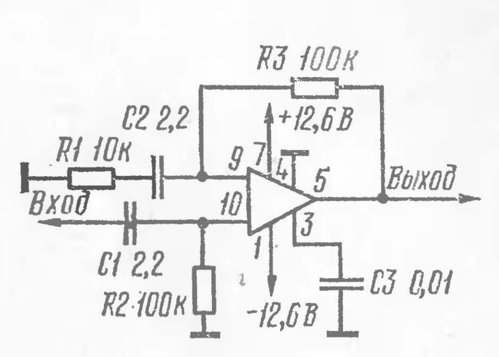


Рис. 5. Усилитель переменного напряжения

усилителя при условии, что $R_1 \gg R_i$, определяется отношением

$$K_u = -\frac{R_2}{R_1},$$

где знак — означает сдвиг по фазе на 180°.

При указанных на схеме номиналах $K_u = -20$.

Цепочка элементов *C1R9* устраняет самовозбуждение усилителя.

При подключении к инвертирующему входу нескольких источников, как показано на рис. 4, такой усилитель превращается в суммирующий. Выходное напряжение при условии, что $R_1 \gg R_{i1}$; $R_2 \gg R_{i2}$; $R_3 \gg R_{i3}$ будет определяться выражением:

$$U_{вых} = -\left(\frac{R_4}{R_1} e_1 + \frac{R_4}{R_2} e_2 + \frac{R_4}{R_3} e_3\right).$$

Усилители переменного напряжения. На рис. 5 приведен пример построения неинвертирующего усилителя переменного напряжения с разделительным конденсатором на входе. Особенностью данного усилителя является то, что в нем применена 100%-ная отрицательная обратная связь по постоянному току.

Входное сопротивление микросхемы (вывод *9*) по постоянному току вместе с резистором *R3* образует делитель напряжения с коэффициентом передачи примерно равным единице, так как $R_{вх} \gg R_3$. Таким образом,

можно считать, что все выходное напряжение (постоянная составляющая) прикладывается ко входу, благодаря чему и осуществляется 100%-ная ООС по постоянному напряжению. А это позволяет пренебречь влиянием напря-

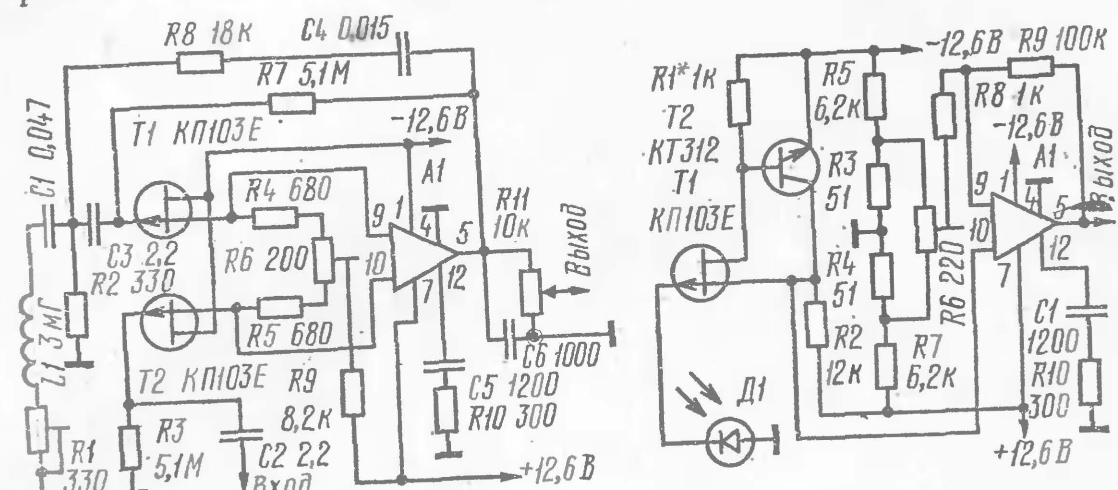


Рис. 6. Усилитель воспроизведения

Рис. 7. Усилитель сигнала фотодиода

жения смещения нуля и не обеспечивать его компенсации.

На переменном напряжении, начиная с частоты

$$f = \frac{1}{2\pi C_2 R_1} = \frac{1}{2\pi \cdot 2{,}2 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^3} = 7{,}2 \text{ Гц},$$

коэффициент усиления усилителя будет определяться делителем напряжения $R_1C_2R_3$ в цепи ООС и составит:

$$K_u = \frac{R_1 + R_3}{R_1} = 11.$$

На рис. 6 представлен усилитель воспроизведения с большим входным сопротивлением благодаря использованию на его входе полевых транзисторов. В этом усилителе также применена 100%-ная ООС по постоянному напряжению. В отличие от предыдущей схемы рис. 5, здесь резистором *R6* осуществляется компенсация напряжения смещения нуля, так как приведенное ко входу напряжение смещения нуля в этом устройстве гораздо больше, чем в предыдущем из-за разброса параметров полевых транзисторов.

Форма амплитудно-частотной характеристики усилителя воспроизведения задается элементами ООС (*L1, C1, C4, R1, R2, R8*).

Элементы *L1, C1, R1* формируют небольшой подъем АЧХ в области высоких частот, а элементы *R2, C4, R8* — подъем в области низких частот (см. таблицу).

Таблица

АЧХ усилителя воспроизведения

f, Гц	10	20	40	60	80	100	200	400
K_u	454	1000	588	370	277	208	104	63
f, Гц	600	800	1000	2000	4000	10 000	13 000	18 000
K_u	48	41	38	34	34	43	60	33

L1 — сердечник стержневой, М600НН — 3С2,8 × ×14 380 витков ПЭВ-1 0,08.

Усилитель сигнала фотодиода (рис. 7). При малой освещенности фотодиода его выходное сопротивление может составлять несколько десятков мегаом. В качестве согласующего каскада использован истоковый повторитель, выполненный на транзисторах *T1* и *T2*. Такое устройство обладает высокой стабильностью коэффициента передачи напряжения и высокой стабильностью при изменении напряжения питания.

Цепочка резисторов *R3R4R5R7* вместе с резистором *R6* обеспечивает компенсацию напряжения смещения нуля всего усилителя. Резисторы *R8* и *R9*, входящие в цепь ООС, задают коэффициент усиления усилителя; он равен 100, но при желании заменой номинала резистора *R9* может быть изменен.

Настройку необходимо начать с подбора резистора *R1*, чтобы потенциал истока транзистора *T2* был примерно нулевым относительно общей точки.

Усилитель сигнала терморезистора. В схемах автоматического измерения температуры, где в качестве датчика служит терморезистор R_T, можно использовать устройство, схема которого приведена на рис. 8. Выход-

ное напряжение здесь будет определяться выражением:

$$U_{вых} = K_u \cdot U_{моста},$$

где K_u — коэффициент усиления, определенный выражением

$$K_u = \frac{R_6}{R_{экв.моста}} = \frac{R_6}{R_5 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}};$$

$$U_{вых.моста} = U \cdot \frac{\Delta R_4}{R_3 + \Delta R_4}.$$

При определении величины напряжения $+U$ необходимо исходить из следующих соображений:

величина $+U$ должна быть такой, чтобы рассеиваемая резистором $R4$ мощность была ниже предельно до-

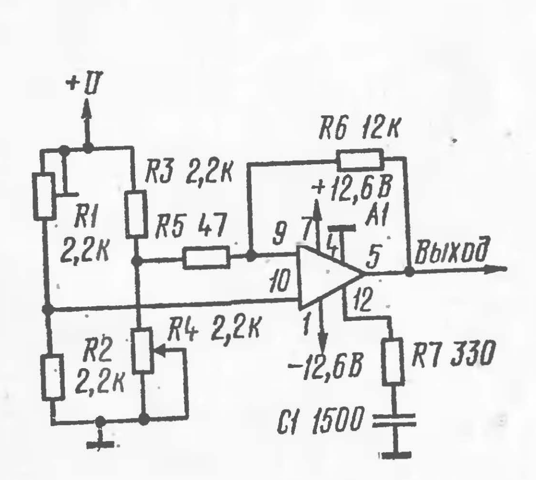


Рис. 8. Усилитель сигнала терморезистора

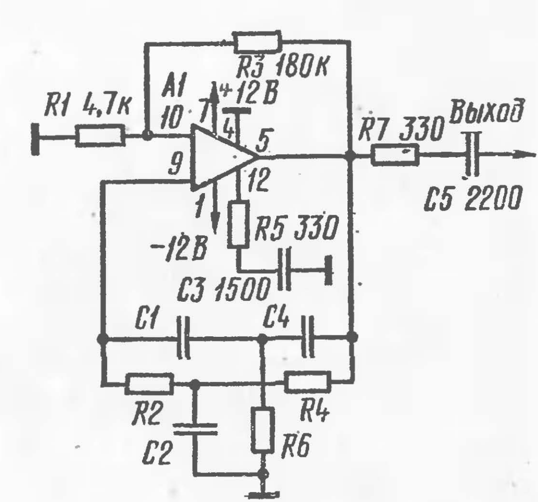


Рис. 9. Генератор синусоидальных колебаний

пустимого значения, оговоренного в ТУ на данный тип терморезистора;

величина $+U$ должна быть такой, чтобы напряжения на резисторах $R2$ и $R4$ не превышали максимально допустимого напряжения для микросхемы.

Настройка устройства сводится к установлению резистором $R1$ нулевого выходного напряжения усилителя при минимальной измеряемой температуре. Чувствительность составляет ≈ 100 мВ/° С.

Генератор синусоидальных колебаний (рис. 9). Генератор вырабатывает синусоидальное напряжение в диапазоне частот от десятков Гц до 100 кГц при коэффициенте нелинейных искажений, не превышающем 5%.

Частота генерации определяется выражением:

$$f = \frac{1}{2\pi RC},$$

где $R_2 = R_6 = R$; $R_4 = R_2$ $C_1 = C_4 = C$; $C_2 = 2C$.

Ниже приведены номиналы элементов R и C, обеспечивающие частоту генерации в диапазоне частот от 780 до 3180 Гц.

Таблица

f, Гц	*C1*, пФ	*C2*, пФ	*C4*, пФ	*R2*, кОм	*R4*, кОм	*R6*, кОм
3180	2700	2×2700 паралл.	2700	18	2×18 паралл.	18
2220	3300	2×3300 паралл.	3300	22	2×22 паралл.	22
1740	3300	2×3300 паралл.	3300	27	2×27 паралл.	27
1140	3600	2×3600 паралл.	3600	39	2×39 паралл.	39
780	3600	2×3600 паралл.	3600	56	2×56 паралл.	56

Генератор прямоугольных импульсов. Принципиальная схема генератора приведена на рис. 10.

Генерация осуществляется за счет положительной обратной связи через мостовой элемент $R1R2R3C1$.

Период колебаний генератора определяется по приближенной формуле (без учета влияния входных токов):

$$T = 2R_3 \cdot C_1 \cdot \ln\left(1 + \frac{2R_2}{R_1}\right).$$

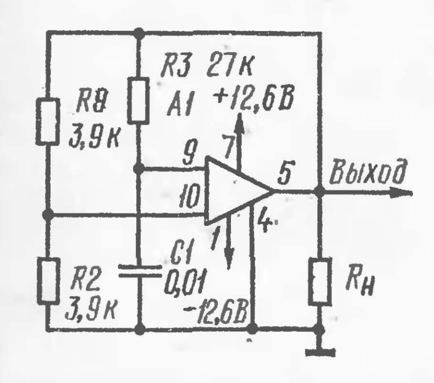


Рис. 10. Генератор прямоугольных импульсов

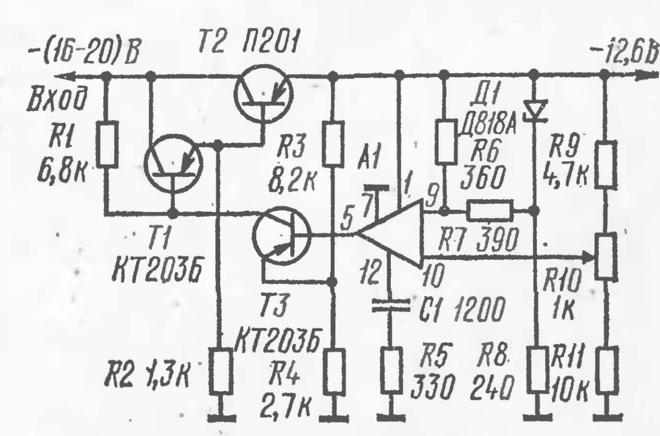


Рис. 11. Принципиальная схема стабилизатора напряжения

Эквивалентное сопротивление нагрузки, образованное параллельно соединенными резисторами $R_н$ и $R_{экв·м}$, должно быть больше максимально допустимого значения сопротивления нагрузки операционного усилителя К140УД1Б (5,1 кОм).

Стабилизатор напряжения. На рис. 11 приведен пример построения стабилизатора напряжения на микросхеме К140УД1Б. В качестве регулирующего элемента использован составной транзистор *Т1, Т2*. Опорное напряжение формируется с помощью цепочки, состоящей из стабилитрона *Д1* и резисторов *R6, R7,* и подается на инвертирующий вход операционного усилителя. С помощью потенциометра *R10* можно регулировать в небольших пределах выходное стабилизированное напряжение от 11 до 14 В. Устройство обеспечивает на нагрузке 40 Ом напряжение пульсаций, не превышающее 5 мВ.

АВТОЛЮБИТЕЛЯМ

Блок электронного зажигания повышенной надежности

А. СИНЕЛЬНИКОВ

В настоящее время широкое распространение получили тиристорные блоки электронного зажигания со стабилизированным вторичным напряжением. Такие блоки выпускаются промышленностью и продаются в автомагазинах («Искра-1», «Искра-2», «Искра-3», ПАЗ-2, ПАЗ-3 и др.). Схемы этих блоков в основном идентичны [1—4], отличие заключается лишь в конструкции и типах применяемых элементов.

Опыт эксплуатации большого количества таких блоков показал, что в ряде случаев на некоторых автомобилях необходимая устойчивость работы не обеспечивалась, иногда без каких-либо видимых причин наблюдались пропуски зажигания (сбои), вызывающие характерное «дергание» автомобиля во время движения. Иногда пропуски зажигания были во время пуска двигателя стартером, в то же время от рукоятки двигатель пускался, как говорится, с пол-оборота.

Строго говоря, напряжение в бортовой электросети автомобиля нельзя считать напряжением постоянного

тока, так как реально всегда имеются импульсные помехи, причем их амплитуда у различных автомобилей неодинакова и колеблется от 5 до 50 В! Помехи эти создаются в результате работы генератора, стартера, регулятора напряжения, звуковых сигналов, прерывателя указателей поворота, двигателя стеклоочистителя, включения и отключения различных потребителей (особенно при отключениях электромагнитных реле) и т. п.

Автором были сняты осциллограммы напряжения в бортовой электросети у нескольких автомобилей «Запорожец» во время работы стартера. У большинства исследуемых автомобилей амплитуда помехи не превышала 3—5 В, и блоки «Искра» работали нормально. Однако у двух автомобилей амплитуда помехи составила 18—25 В, и двигатель вообще не удавалось пустить стартером. Во время работы стартера наблюдалось хаотичное искрообразование, даже при отключенном прерывателе.

Анализ показал, что причиной отказа блоков является наличие в них транзисторного триггера, который переключается под воздействием импульсных помех и снижает помехоустойчивость устройства. Кроме того, эмиттеры транзисторов триггера не имеют соединения с массой и «подвешены» к плюсовой шине питания [1—4], вследствие чего ввести в схему какой-либо эффективный фильтр нижних частот затруднительно.

Описываемый блок электронного зажигания свободен от указанных недостатков. Вместо транзисторного триггера применен тиристор, который устойчиво работает в условиях воздействия импульсных помех с амплитудой до 50 В.

Кроме того, при разработке схемы блока были учтены характерные отказы элементов, имевшие место в блоках «Искра-1» и «Искра-2» в процессе их длительной эксплуатации, в связи с чем произведены замены ряда элементов более надежными.

Блок предназначен для работы с четырехцилиндровыми четырехтактными двигателями и имеет следующие **технические характеристики:**

Напряжение питания, В . . . . от 6,5 до 15
Сила потребляемого тока, А . . . . не более 2,0
Частота вращения коленчатого вала, об/мин:
при напряжении питания 6,5 В . . . . не более 600

при напряжении питания 15 В . . . . . не более 6000
Длительность искрового разряда в свече, мс 0,4—0,6
Температура окружающего воздуха, °С . . . от —40 до +65

Принципиальная схема блока с цепями подключения на автомобиле приведена на рис. 1 и содержит следующие функциональные узлы: преобразователь напряжения, состоящий из силового транзисторного ключа на транзисторах *Т4, Т5, Т6*, трансформатора *Тр1*, выпря-

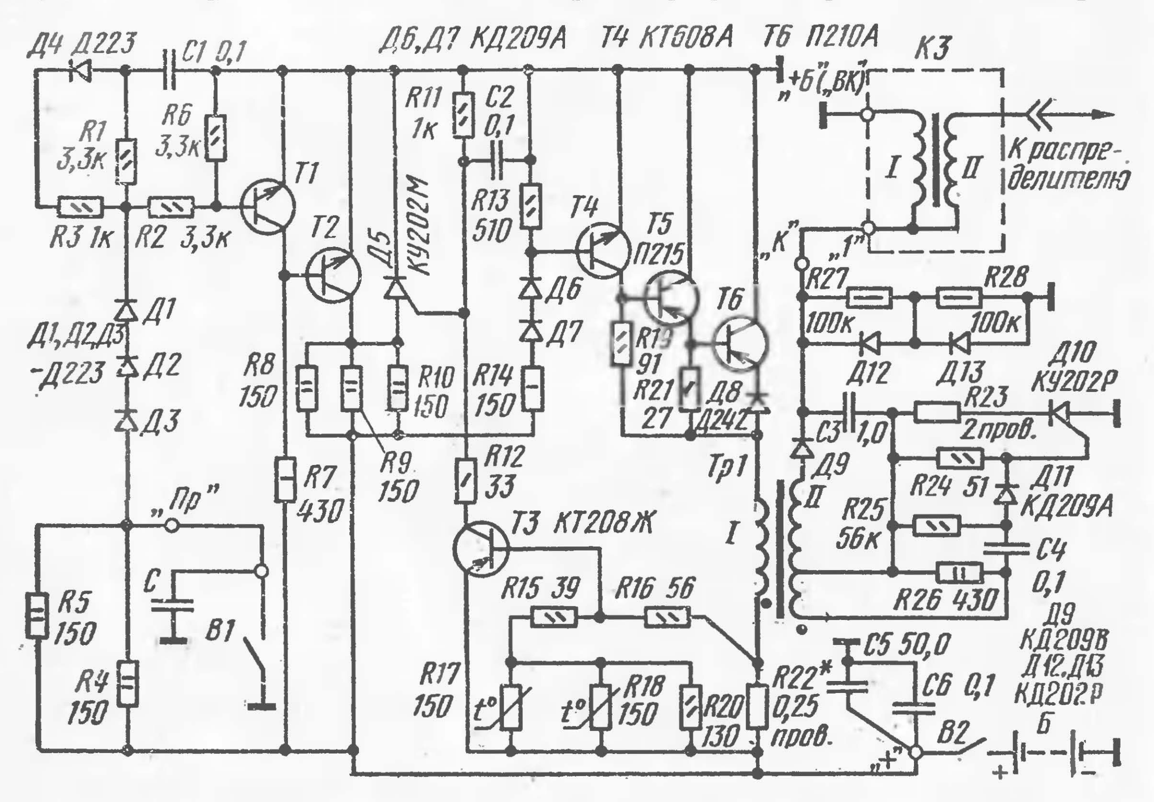


Рис. 1. Принципиальная схема блока

мительного диода *Д9*, накопительного конденсатора *С3*, схемы стабилизации на транзисторе *Т3* и тиристора *Д5*; каскад антидребезга на транзисторах *Т1, Т2*; коммутирующий тиристор *Д10*; разрядные диоды *Д12, Д13*.

Работает устройство следующим образом. Допустим, что контакты прерывателя *В1* разомкнуты. Тогда после включения питания (t_1 на рис. 2) выключателем зажигания *В2* открывается транзистор *Т1*, его базовый ток протекает через резисторы *R4, R5*, диоды *Д3, Д2, Д1* и резистор *R2*. Одновременно конденсатор *С1* начинает заряжаться через резистор *R1*. Переход коллектор — эмиттер открытого транзистора *Т1* шунтирует базу транзистора *Т2*, вследствие чего последний закрывается. Тиристор *Д5* в это время тоже закрыт (выключен), так как

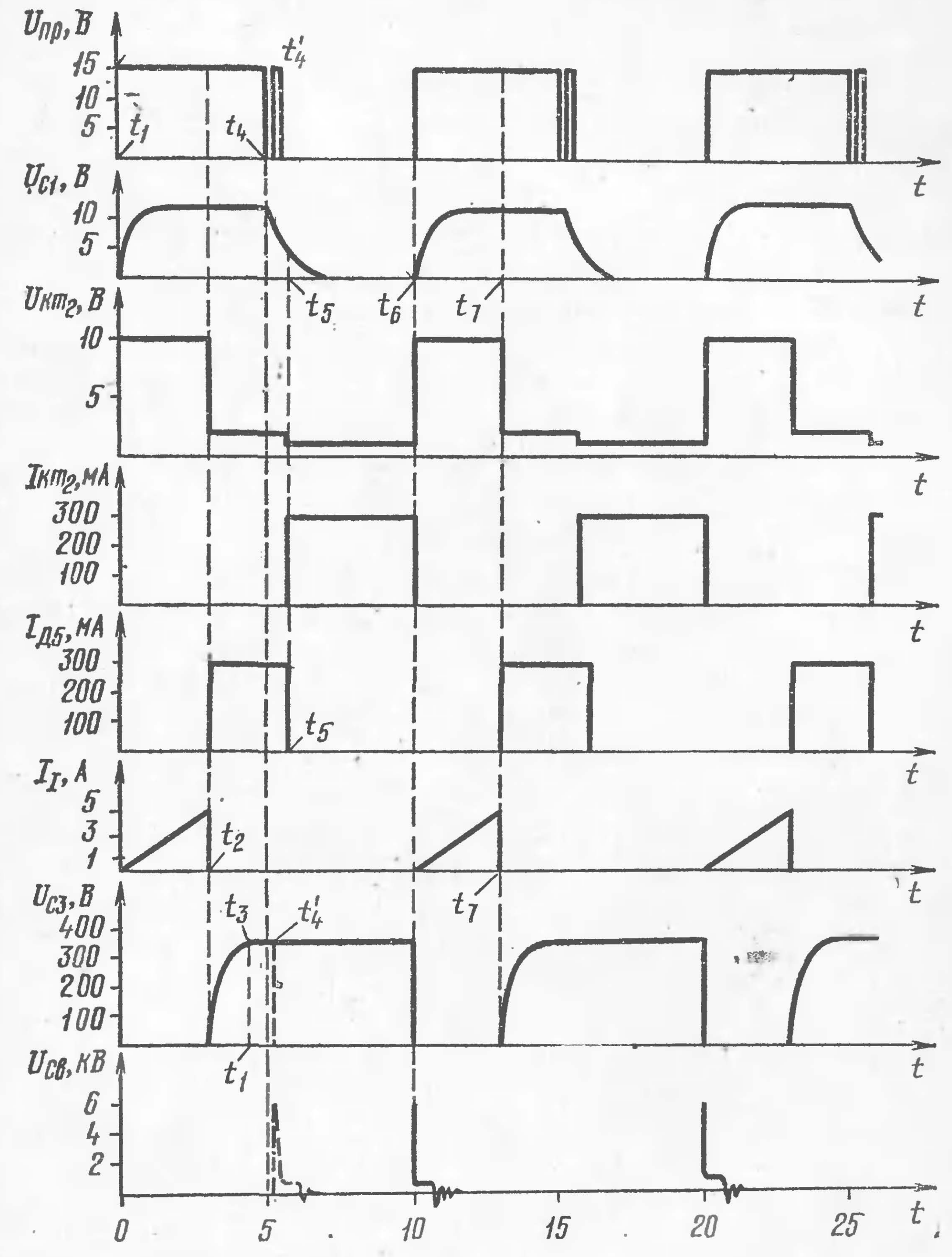


Рис. 2. Временные диаграммы работы системы зажигания при напряжении питания 15 В и частоте искрообразования 100 Гц:

$U_{пр}$ — напряжение на контактах прерывателя; U_{C1} — напряжение на конденсаторе *С1*; $U_{КТ2}$ — напряжение на коллекторе транзистора *Т2*; $I_{КТ2}$ — ток коллектора транзистора *Т2*; $I_{Д5}$ — ток через тиристор *Д5*; I_I — ток через обмотку *I* трансформатора *Тр1*; U_{C3} — напряжение на накопительном конденсаторе *С3*; $U_{св}$ — напряжение на свече зажигания

напряжение его переключения заведомо больше напряжения питания. Транзистор *Т3* устройства стабилизации закрыт, и положительное напряжение на управляющем электроде тиристора *Д5* отсутствует.

Силовой транзисторный ключ открывается током базы транзистора *Т4*, протекающим через резисторы *R8, R9, R10, R14* и диоды *Д6, Д7*. Ток коллектора этого транзистора, протекая через переход база — эмиттер транзистора *Т5*, открывает его, а затем — транзистор *Т6*. Через обмотку трансформатора *Тр1* и резистор *R22* начинает протекать линейно-нарастающий ток. Падение напряжения на резисторе *R22* увеличивается, и когда оно достигнет определенной величины, зависящей от соотношения сопротивлений резисторов *R15, R16, R20*, терморезисторов *R17, R18* и напряжения отпирания транзистора *Т3*, последний открывается и подключает управляющий электрод тиристора *Д5* через резистор *R12* к плюсовой шине питания. Тиристор *Д5* переключается (t_2 на рис. 2) и шунтирует ток базы транзистора *Т4*. Силовой транзисторный ключ размыкается, транзисторы *Т4, Т5, Т6* закрываются, и ток в первичной обмотке *I* трансформатора *Тр1* прекращается.

Энергия, накопленная в магнитном поле трансформатора, создает в его обмотках импульсы напряжения. Положительный импульс с конца обмотки *II* (начала обмоток на схеме рис. 1 обозначены точками) проходит через диод *Д9* и заряжает накопительный конденсатор *С3* до напряжения примерно 350 В (t_3 на рис. 2).

После замыкания контактов прерывателя (t_4 на рис. 2) транзисторы *Т1* и *Т2* остаются открытыми, пока не разрядится конденсатор *С1*. Ток разряда конденсатора *С1* протекает при этом через диод *Д4*, резисторы *R3, R2* и переход база — эмиттер транзистора *Т1*. В момент t_5 транзистор *Т1* закрывается, а транзистор *Т2* — открывается. Переход коллектор — эмиттер открытого транзистора *Т2* шунтирует тиристор *Д5* и последний выключается (t_5 на рис. 2).

Некоторая задержка (примерно 0,4 мс) отпирания транзистора *Т2* после замыкания контактов прерывателя необходима для устранения влияния дребезга контактов после их замыкания. На рис. 2 дребезг контактов показан в виде одного короткого импульса, следующего сразу же после замыкания контактов. Как видно из рисунка, этот импульс на состояние транзисторов *Т1, Т2* не влияет, тиристор *Д5* поэтому остается включенным, и паразитный импульс к управляющему электроду коммутирующего тиристора *Д10* не проходит.

Однако если бы каскада антидребезга не было и контакты прерывателя были подключены непосредственно к аноду тиристора *Д5*, последний выключился бы в момент замыкания контактов, и первый же импульс дребезга открывал силовой транзисторный ключ. Искра в свече появилась бы не в момент t_6, как надо, а в момент t'_4, и нормальная работа системы нарушилась бы.

В момент размыкания контактов прерывателя (t_6 на рис. 2) транзистор *Т1* открывается, а транзистор *Т2* закрывается. Силовой транзисторный ключ открывается, и обмотка *I* трансформатора *Тр1* подключается к источнику питания. Во вторичной обмотке *II* возникают импульсы напряжения. Положительный импульс с начала обмотки *II* через конденсатор *С4* и диод *Д11* поступает на управляющий электрод коммутирующего тиристора *Д10*, вследствие чего последний переключается и подключает первичную обмотку *I* катушки зажигания *К3* к заряженному до напряжения 350 В накопительному конденсатору *С3*. Напряжение на вторичной обмотке *II* катушки зажигания в течение нескольких микросекунд достигает напряжения пробоя искрового промежутка свечи зажигания (8—10 кВ), и между электродами свечи зажигается искровой разряд (t_1 на рис. 3).

Индуктивность первичной обмотки катушки зажигания и накопительный конденсатор *С3*, соединенные между собой через переключившийся тиристор, образуют колебательный контур, в котором возникают затухающие электрические колебания.

Как видно из рис. 3, ток в контуре отстает от напряжения на первичной обмотке катушки зажигания на 90°. Через четверть периода (примерно через 60 мкс) напряжение на первичной обмотке катушки зажигания становится равным нулю (t_2 на рис. 3) и затем меняет свой знак, тиристор выключается и колебательный контур «разрушается». Однако благодаря наличию диодов *Д12, Д13* ток в первичной обмотке катушки зажигания продолжает протекать в первоначальном направлении, и разряд во вторичной цепи продолжается до тех пор, пока почти вся энергия, запасенная в магнитном поле

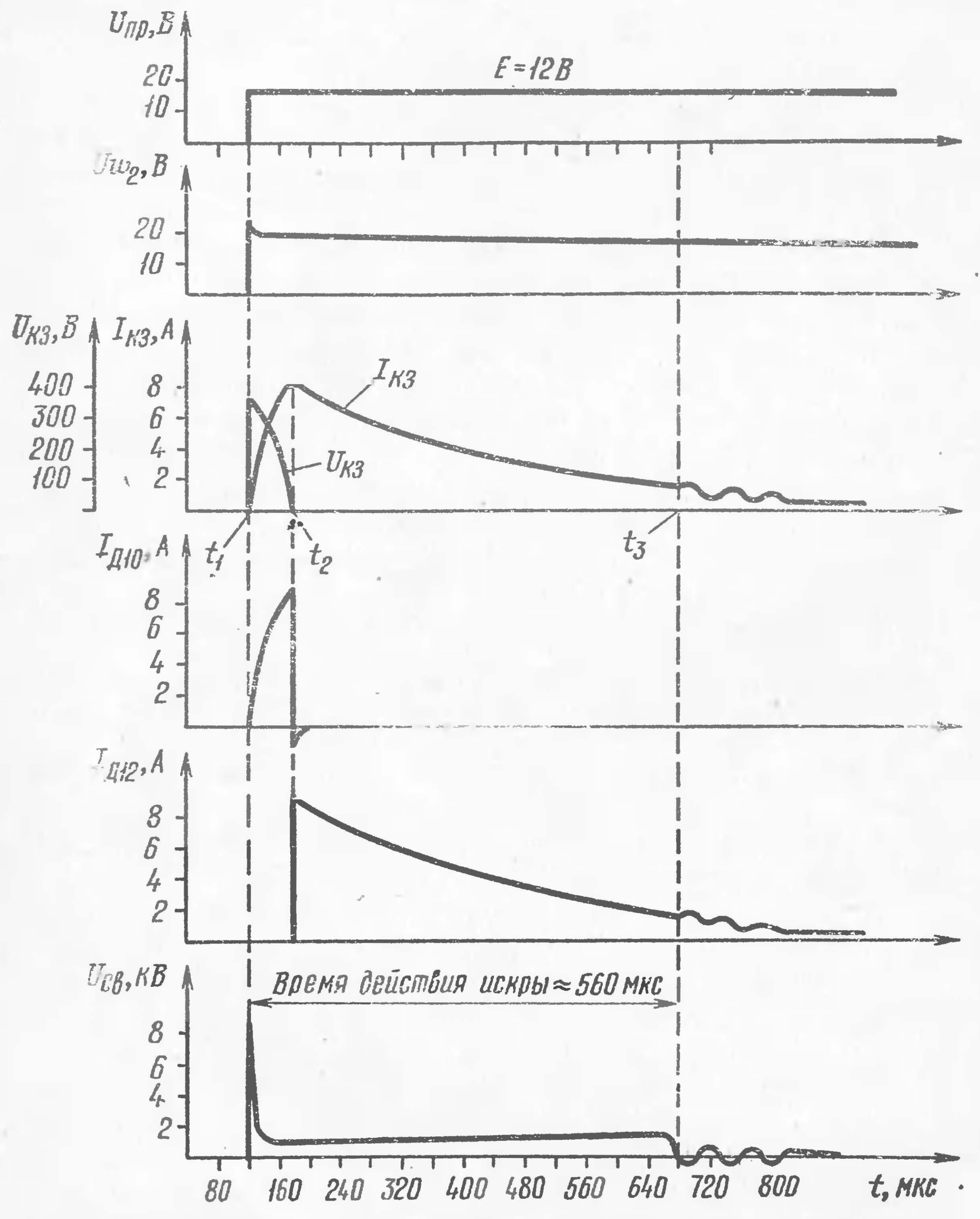


Рис. 3. Временные диаграммы работы системы зажигания во время искрообразования, при напряжении питания Е=12 В:

$U_{пр}$ — напряжение на контактах прерывателя; U_{II} — напряжение на нижней по схеме половине обмотки II трансформатора Тр1; $U_{К3}$ — напряжение, $I_{К3}$ — ток в первичной обмотке катушки зажигания К3; $I_{Д10}$ — ток через тиристор Д10; $I_{Д12}$ — ток через диоды Д12, Д13; $U_{св}$ — напряжение на свече зажигания

катушки зажигания, не будет израсходована (t_3 на рис. 3).

В результате возникает разряд более высокой энергии и температуры, чем в обычных конденсаторных системах зажигания, длительность разряда увеличивается почти в 3 раза. Это обстоятельство положительно влияет на работу двигателя, уменьшая токсичность отработавших газов и облегчая пуск горячего двигателя.

Одновременно с возникновением искры в свече зажигания в момент размыкания контактов прерывателя (t_6 на рис. 2) через обмотку трансформатора *Тр1* снова начинает протекать линейно нарастающий ток, и когда он достигнет заданного значения (t_7 на рис. 2), силовой транзисторный ключ размыкается, а накопительный конденсатор *С3* снова заряжается до напряжения 350 В, т. е. повторяются процессы, имевшие место в первоначальный момент после включения питания.

Если пренебречь потерями и считать, что вся энергия $\left(\frac{Li_р^2}{2}\right)$, запасенная в магнитном поле трансформатора *Тр1*, в момент размыкания контактов прерывателя преобразуется в энергию электрического поля накопительного конденсатора $\left(\frac{CU_c^2}{2}\right)$, то значение напряжения заряда накопительного конденсатора U_c можно определить по формуле:

$$U_c = i_р \sqrt{\frac{L}{C}},$$

где $i_р$ — максимальное значение тока в обмотке *I*;

L — индуктивность обмотки *I*;

C — емкость накопительного конденсатора *С3*.

Как видно из этой формулы, напряжение заряда накопительного конденсатора от напряжения питания не зависит и при постоянных значениях L и C определяется только силой тока $i_р$.

Примененное в блоке устройство стабилизации на транзисторе *Т3*, резисторах *R15, R16, R18* и терморезисторах *R17, R18* обеспечивает высокое постоянство тока $i_р$ при изменениях напряжения питания и температуры. С повышением (понижением) температуры напряжение отпирания транзистора *Т3* уменьшается (увеличивается), что компенсируется уменьшением (увеличением) сопро-

тивлений терморезисторов *R17, R18*. В результате сила тока $i_р$ остается практически постоянной. При изменениях же напряжения питания напряжение отпирания транзистора *Т3* вообще не меняется.

Назначение некоторых элементов схемы. В цепь базы транзистора *Т1* включены последовательно три диода *Д1, Д2, Д3,* хотя принципиально можно было ограничиться одним, исключающим разряд конденсатора *С1* через замкнутые контакты прерывателя, что обеспечивает нормальную работу каскада антидребезга. В данном случае диоды *Д1, Д2, Д3* являются дополнительным источником напряжения, обеспечивающим закрытие транзистора *Т1* при замкнутых контактах прерывателя. Дело в том, что при плохом электрическом соединении массы двигателя с кузовом автомобиля во время работы стартера между кузовом и двигателем появляется паразитная разность потенциалов (до 1,5—2 В), которая прикладывается плюсом к клемме блока «Пр» через контакты прерывателя. Влияние этой разности потенциалов нейтрализует напряжение на трех последовательно соединенных диодах, примерно равное 2,3 В.

Резистор *R3* ограничивает импульс тока через диоды *Д1, Д2, Д3, Д4* в момент замыкания контактов прерывателя. До замыкания контактов диоды *Д1, Д2, Д3* открыты и через них протекает прямой ток. Закрыться мгновенно они не могут и в первый момент после замыкания представляют собой проводник. Поэтому по цепи *С1Д4R3Д1Д2Д3* в момент замыкания контактов будет протекать ток, сила которого ограничена лишь сопротивлением резистора *R3* (прямой для диода *Д4* и обратный для диодов *Д1, Д2, Д3*).

Диоды *Д6, Д7* создают четкую коммутацию тока между силовым транзисторным ключом и тиристором *Д5*: падение напряжения в переключившемся тиристоре может составить 2 В, поэтому без диодов *Д6, Д7* транзистор *Т4* оставался бы открытым, несмотря на переключение тиристора.

Резистор *R14* ограничивает ток базы транзистора *Т4*.

Диод *Д8* обеспечивает активное запирание транзистора *Т6*.

Как видно из схемы, в описываемом блоке, так же как в блоке «Искра-3», применены последовательно

включенные разрядные диоды *Д12, Д13*. В блоках «Искра-1» и ПАЗ, где был лишь один диод, наиболее частые отказы происходили именно по причине пробоя этого диода. Анализ показал, что при больших частотах вращения коленчатого вала двигателя (при больших частотах искрообразования), каждый новый цикл искрообразования начинается раньше, чем прекращается ток через разрядный диод, который протекает и после окончания искрообразования (см. рис. 3). Он обусловлен оставшейся неизрасходованной во время искрообразования энергией катушки зажигания.

Следовательно, к открытому диоду, внутреннее сопротивление которого в это время мало, в момент переключения тиристора прикладывается обратное напряжение 350 В. Диод не может мгновенно закрыться, и в течение нескольких микросекунд через него протекает ток, сила которого ограничена лишь сопротивлением резистора *R23* (2 Ом) и внутренними сопротивлениями открытого диода и переключившегося тиристора. Измерения показали, что амплитуда импульса тока при этом может достигать 80 А! Величина ее зависит от индивидуальных свойств разрядного диода, и в первую очередь от его быстродействия, или от времени установления обратного сопротивления.

Последовательное включение двух диодов ускоряет процесс затухания тока в контуре, образованном первичной обмоткой катушки зажигания и разрядными диодами, и указанное выше явление не наступает даже при максимальной частоте искрообразования.

Резисторы *R27, R28* выравнивают обратные напряжения на диодах *Д12, Д13*.

Резистор *R23* устраняет выброс напряжения в момент выключения тиристора *Д10*.

Конденсаторы *С5, С6* уменьшают амплитуды импульсных помех, поступающих по цепи питания.

Конструкция и детали. Конструкция блока электронного зажигания может быть самой разнообразной, однако она должна обеспечивать хорошую брызгозащищенность изделия. Мощные транзисторы *Т5, Т6* и тиристор *Д10* устанавливаются непосредственно на корпусе блока, который служит для них радиатором охлаждения. В связи с этим корпус должен быть изготовлен из алюминиевого сплава. Диоды *Д8, Д12* и *Д13* также необхо-

димо расположить на корпусе блока, электрически изолировав их от корпуса тонкими лавсановыми, фторопластовыми или слюдяными прокладками. Остальные элементы размещаются на печатной плате или плате из текстолита (гетинакса) с контактными лепестками. При размещении деталей следует иметь в виду, что резисторы *R4, R5, R8, R9, R10, R22, R26* и трансформатор *Тр1* при работе блока греются и их не следует располагать рядом с транзисторами и терморезисторами *R17, R18*. Кроме того, необходимо, чтобы эмиттер транзистора *Т3* и резисторы *R17, R18, R20* соединялись одним индивидуальным проводом, а он, в свою очередь, должен быть подключен непосредственно к резистору *R22*. То же самое касается резистора *R16* и конденсаторов *C5, C6*. Первый должен быть соединен с резистором *R22*, а конденсаторы — с клеммой «+» и массой, как это показано на принципиальной схеме рис. 1.

Все резисторы, кроме *R22* и *R23*,— МЛТ. Резистор *R22* изготавливается в виде спирали из манганинового провода диаметром 1,0 мм. Резистор *R23* наматывается на корпусе резистора МЛТ — 0,5 с сопротивлением не менее 20 Ом манганиновым проводом марки ПЭШОМ диаметром 0,25 мм.

Трансформатор *Тр1* имеет сердечник Ш16×24 из стали Э330 или Э44 с немагнитным зазором 0,25 мм. Данные обмоток приведены в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение обмоток	Количество витков	Марка и диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
I	72	ПЭВ-2 1,2	0,125
II	120 + 860	ПЭВ-2 0,18	10 + 74

Трансформатор должен быть хорошо стянут. Немагнитный зазор устанавливается с помощью прессшпана или бумаги соответствующей толщины.

Конденсаторы *C1, C2, C4, C6* — МБМ, рабочее напряжение 160 В. Накопительный конденсатор *C3* — МБГЧ на напряжение 500 В. Конденсатор *C5* — электролитический К50-3, на 50 В.

Коммутирующий тиристор *Д10* (КУ202Н) перед установкой в блок должен быть проверен по току утечки. Пригодны лишь те экземпляры, у которых сила тока утечки при напряжении 400 В не превышает 150 мкА.

В табл. 2 приведена возможная замена транзисторов, тиристоров и диодов.

Таблица 2

Обозначение	Имеется	Возможная замена	Примечания
Т1	КТ342А	КТ342Б, В; КТ315Д, Е	Изменений в схеме не требует
Т2, Т4	КТ608А	КТ608Б; КТ646А; КТ815В, Г	
Т3	КТ208Ж	КТ208И, К. Л. М; КТ209Ж, И. К. Л. М	
Д5	КУ202М	КУ202А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л, Н КУ201А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л Т10—25 любого класса, КУ101Г	Замена на МУ101Г требует изменений схемы (см. ниже)
Д10	КУ202М	КУ202Н; Т10—25 кл. 5 и выше	Изменений в схеме не требует
Д1—Д4	Д223	Д223А, Б; Д219; Д220; Д220А	
Д6—Д7	КД209А	КД209Б; В; КД105Б, В, Г; Д226Б, В, Г, Д	
Д9	КД209В	КД202Р	
Д11	КД209А	Д223Б, КД209Б, В	

В случае замены тиристора *Д5* на КУ101Г резистор *R14* из схемы исключается (замыкается), вместо резисторов *R8, R9, R10* ставится один резистор МЛТ-2 — 200 Ом, а номинал резистора *R7* — МЛТ-0,125—2,7 кОм.

Налаживание и установка на автомобиле. Если блок собран правильно из заведомо исправных деталей, то налаживание его заключается лишь в регулировке напряжения на накопительном конденсаторе, которое должно находиться в пределах 350—360 *В*. Регулировка ведется подбором резистора *R22*: уменьшение его сопротивления вызывает увеличение напряжения на конденсаторе.

Проверку и регулировку блока осуществляют с подключенной катушкой зажигания. Вместо контактов прерывателя можно использовать контакты какого-либо поляризованного реле, например РП4, обмотку которого подсоединяют к звуковому генератору или к сети переменного тока 127 или 220 В, 50 Гц. В последнем случае — через понижающий трансформатор или гасящий резистор. Напряжение на накопительном конденсаторе нельзя измерить обычным вольтметром — надо пользоваться измерительным осциллографом (С1-19, С1-49 и др.) или же специальным импульсным вольтметром. Подробней об этом можно прочитать в [1].

На автомобиле блок устанавливается в подкапотном пространстве и подключается по схеме рис. 1. При этом конденсатор *С* на клемме прерывателя может остаться, так как на работу блока он не влияет. Корпус блока необходимо соединить отдельным проводом сечением не менее 0,75 мм² с корпусом распределителя. Сечение провода от клеммы «+» также должно быть не менее 0,75 мм².

ЛИТЕРАТУРА

1. Синельников А. Х. Электроника в автомобиле. М.: Энергия, 1976, с. 127.
2. Синельников А. Х. Чем различаются блоки.— За рулем, 1977, № 10, с. 17.
3. Синельников А. Х., Немцев В. Ф. Электронное зажигание.— За рулем, 1973, № 1, с. 14—18.
4. Синельников А. Х., Немцев В. Ф. Еще раз об электронном зажигании.— За рулем, 1974, № 4, с.10—12.

Бесконтактная система зажигания

В. ГОРКИН, А. ФЕДОРОВ

Тенденции развития современных автомобильных карбюраторных двигателей внутреннего сгорания предполагают повышение удельной мощности, степени сжатия, снижения токсичности выхлопных газов, повышение экономичности и надежности в эксплуатации.

Все это трудно, а подчас и невозможно, обеспечить без применения электроники, в частности, без электронной системы зажигания,

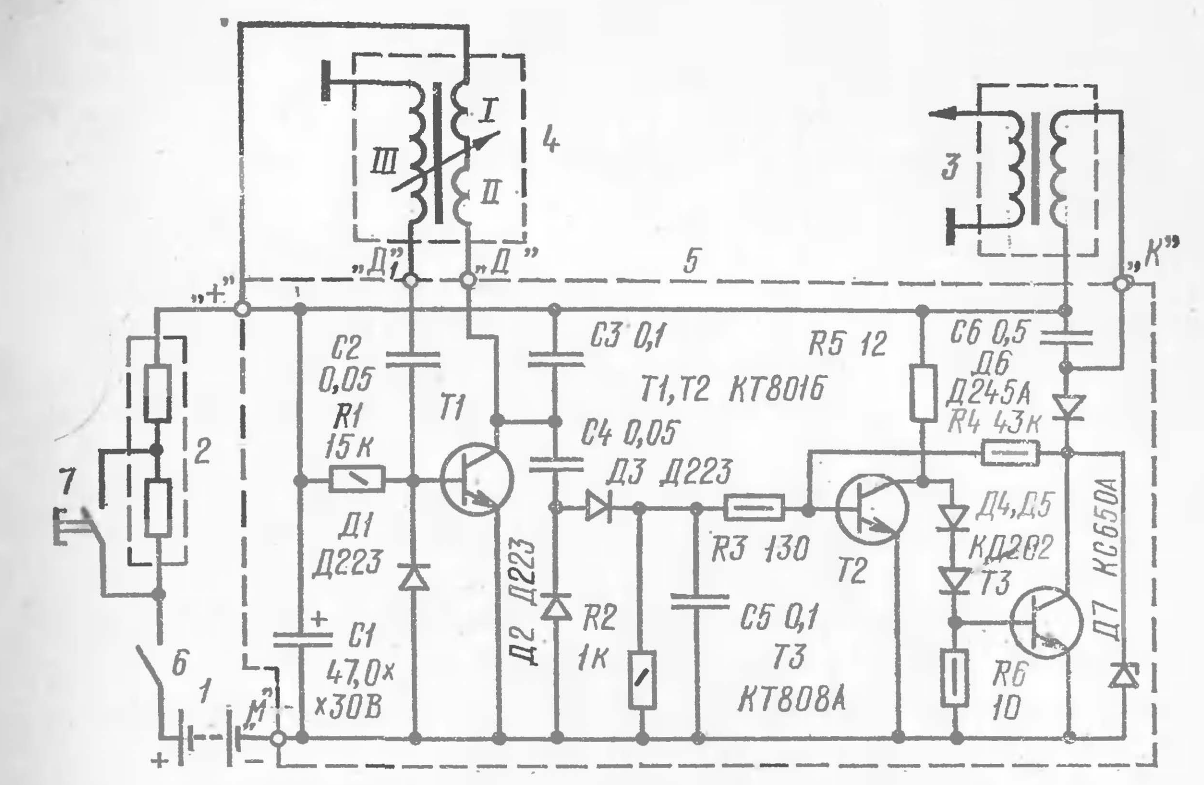


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема бесконтактной системы зажигания

В статье рассмотрена транзисторная бесконтактная система зажигания с накоплением энергии в индуктивности, управляемая параметрическим взаимоиндуктивным датчиком. Такая система должна обеспечивать, по сравнению с тиристорными системами, использующими, как правило, накопление энергии в емкости, лучшее воспламенение рабочей смеси в цилиндрах двигателя на режимах частичных нагрузок за счет большей длительности искрового разряда.

Амплитуда сигнала параметрического датчика не зависит от частоты вращения коленчатого вала двигателя, что позволяет производить установку зажигания так же, как и в классической системе зажигания. Кроме того, конструкция системы зажигания дает возможность изготовления ее радиолюбителями средней квалификации.

Принципиальная схема бесконтактной системы зажигания приведена на рис. 1.

Система содержит источник питания — аккумуляторную батарею *1* напряжением 12 В, добавочное сопротивление *2*, катушку зажигания *3*, параметрический датчик *4*, транзисторный коммутатор *5*, выключатель зажигания *6*, реле стартера *7*.

Параметрический датчик импульсов, работающий с генератором, расположен в корпусе распределителя зажигания. Датчик имеет неподвижный Ш-образный ферритовый сердечник, на среднем стержне которого расположена обмотка *III*, включенная в цепь базы транзистора генератора, а на боковых — обмотки положительной *II* и отрицательной *I* обратной связи, включенные в коллекторную цепь транзистора генератора. Обмотки *I* и *II* соединены последовательно-встречно, чтобы их суммарный магнитный поток равнялся нулю при разомкнутом сердечнике.

Ротор датчика имеет магнитопроводящие выступы, которыми можно поочередно замыкать средний и один из боковых стержней Ш-образного сердечника.

В состав транзисторного коммутатора входят генератор датчика, формирующая цепь и выходной каскад.

Генератор датчика (транзистор *T1*) представляет собой блокинг-генератор, работающий в автоколебательном режиме. Ограничительный диод *Д1* служит для защиты перехода эмиттер — база транзистора *T1*, конденсатор *C1* фильтрует всплески питающего напряжения.

Формирующая цепь состоит из диодов *Д2, Д3*; конденсаторов *C4, C5*; резистора *R2*. Выходной каскад, собранный на двух кремниевых транзисторах *T2* и *T3*, работающих в ключевом режиме, содержит также диоды *Д4, Д5* (для ускорения запирания выходного транзистора); диод *Д6* (для защиты от инверсного тока); стабилитрон *Д7* (для защиты перехода эмиттер — коллектор транзистора *T3* от напряжения самоиндукции катушки зажигания); конденсатор первичной цепи *C6*; резистор положительной обратной связи *R4* и резисторы *R3, R5, R6*. Напряжение питания подается через добавочное сопротивление.

Система зажигания работает следующим образом. При замыкании ротором стержней сердечника, на которых находятся обмотки *III* и *I*, усиливается отрицательная обратная связь, генератор не работает, и транзистор *T2* закрывается. На базу транзистора *T3* подается положительный потенциал, транзистор открывается, через первичную обмотку катушки зажигания протекает электрический ток, идет процесс накопления энергии в катушке зажигания.

При замыкании ротором стержней сердечника, на которых находятся обмотки *III* и *II*, усиливается положительная обратная связь, транзисторный генератор возбуждается и работает с частотой, определяемой в основном индуктивностью обмотки *II* и емкостью конденсатора *C3* (напряжение на коллекторе *T1* показано на рис. 2).

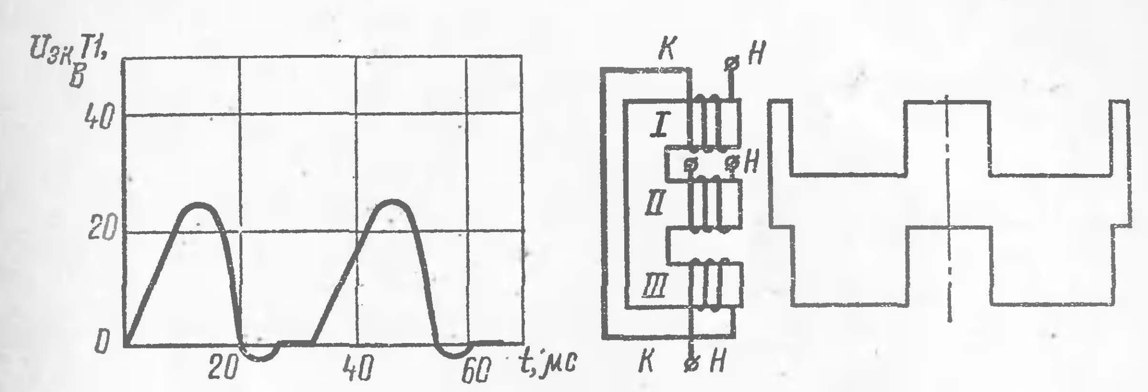


Рис. 2. Выходной сигнал генератора датчика

Рис. 3. Схема намотки катушек датчика

Положительное напряжение генератора через формирующую цепь подается на базу транзистора *T2*, транзистор отпирается. Соответственно выходной транзистор *T3* запирается и прерывает ток в первичной обмотке катушки зажигания. Возникает переходный процесс в двух индуктивно-связанных контурах: один образован первичной обмоткой катушки и первичным конденсатором *C6*, а другой — вторичной обмоткой катушки и емкостью вторичной цепи. В результате переходного процесса во вторичной цепи создается высокое напряжение, достигающее 25—30 кВ, которое распределителем подается на свечи зажигания в порядке работы цилиндров двигателя. Затем процесс повторяется.

Н а с т р о й к а системы зажигания заключается только в подборе сопротивления резистора *R1* по силе тока, потребляемого генератором. Порядок работы следующий:

резистор *R1* заменяется переменным с номиналом 15 кОм, последовательно с которым включен ограничительный резистор 1—3 кОм;

между клеммой «+» и клеммой *«Д»* полностью собранного коммутатора включается миллиамперметр (датчик отключен);

коммутатор подключается к источнику постоянного напряжения 12 В, причем положительный полюс источника подключается к клемме «+», а отрицательный — к корпусу коммутатора;

регулировкой сопротивления резистора *R1* добиваются силы тока, равной 100—120 мА;

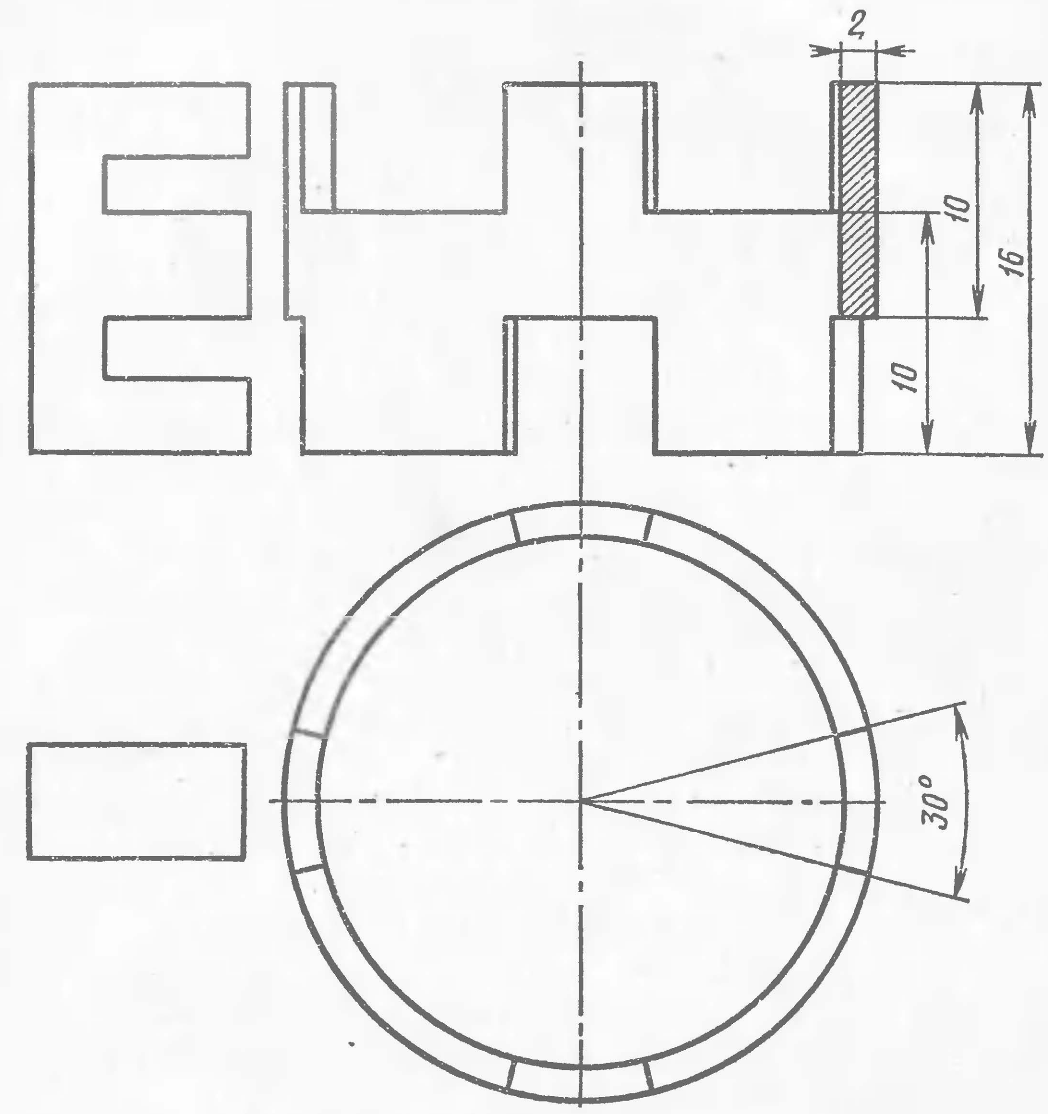


Рис. 4. Ротор параметрического датчика

переменный резистор *R1* заменяется постоянным ближайшего выбранного номинала.

Формирующая цепь и выходной каскад транзисторного коммутатора настройки не требуют. При правильно собранной схеме коммутатор сразу начинает работать.

Конструкция. Неподвижная часть датчика системы зажигания сделана из текстолита, в виде рамки для установки сердечника. Сердечник — из феррита мар-

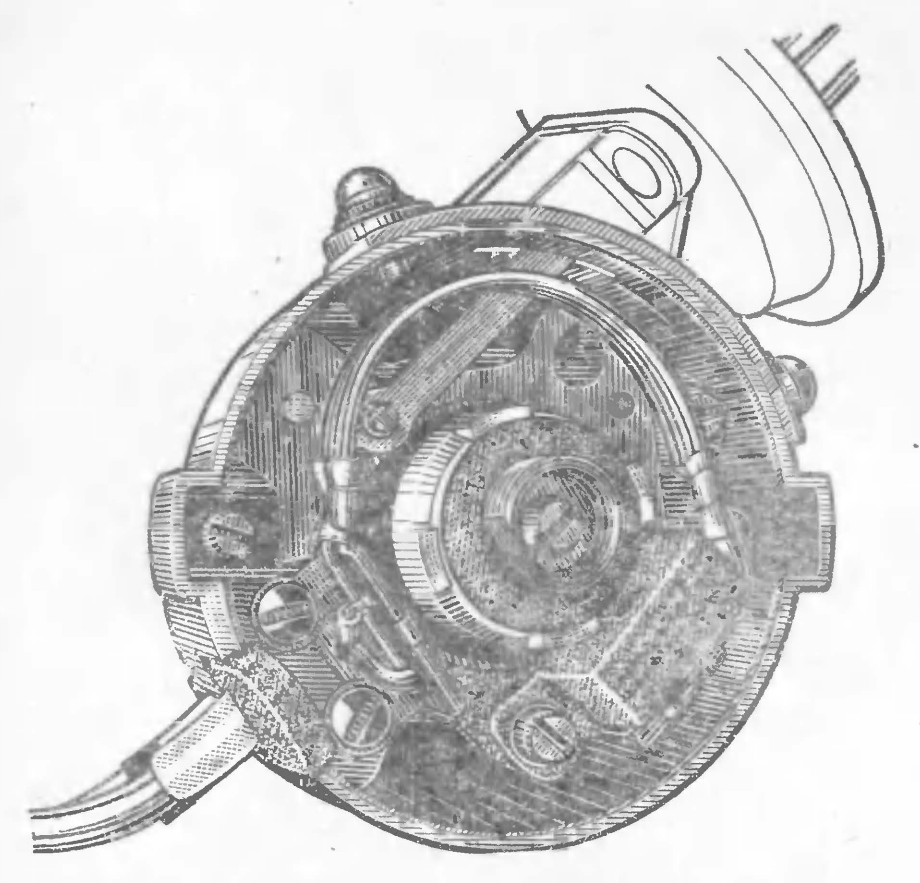


Рис. 5. Вид на датчик-распределитель

ки 2000 НМ, типоразмер Ш4×4. Число витков обмоток одинаково и равно 30; намотка производится на каркас из любого изоляционного материала (например, из электротехнического картона, прессшпана и т. д.) проводом ПЭЛ 0,25, каркас надевается на стержень сердечника.

Схема намотки приведена на рис. 3. Затем производится установка сердечника в текстолитовую рамку и заливка эпоксидной смолой.

Ротор датчика также изготавливается из текстолита и имеет вид цилиндра диаметром 23 и высотой 20 мм. На текстолит надевается магнитопроводящий экран с прорезями. Его конструкция показана на рис. 4.

Датчик может устанавливаться в распределитель для классической системы зажигания на подвижную пластину прерывателя. В описываемой конструкции в качестве примера приводится датчик-распределитель завода АТЭ имени 60-летия Октября (рис. 5). Зазор между ротором и стержнями сердечника должен быть 0,2—0,5 мм.

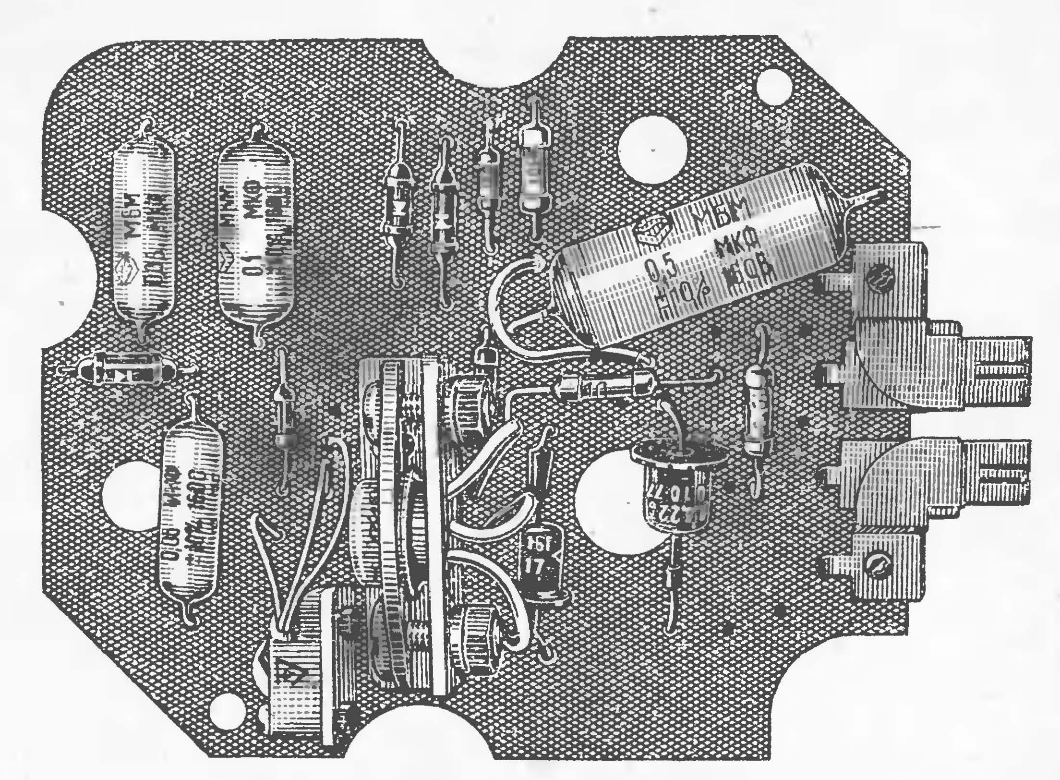


Рис. 6. Вид на печатную плату коммутатора

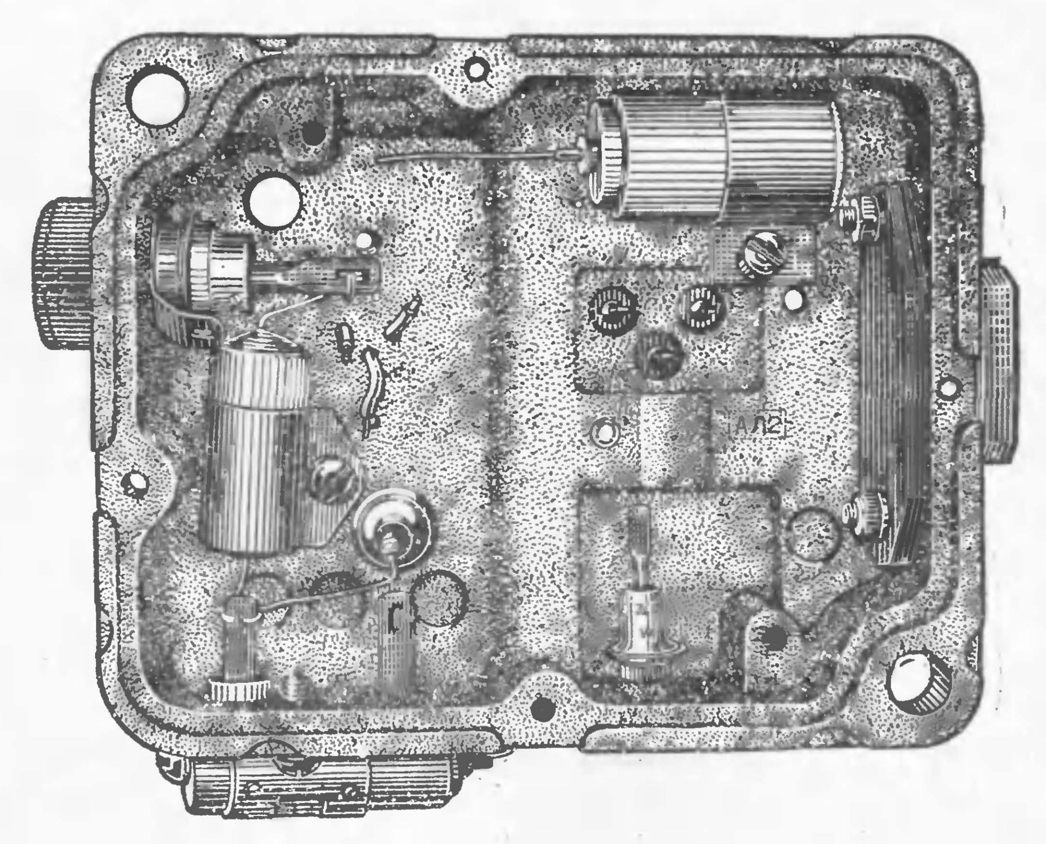


Рис. 7. Вид на транзисторный коммутатор

В выходном каскаде, кроме указанных на схеме рис. 1 транзисторов КТ801Б и КТ808А, могут использоваться КТ809А и КТ812А.

Элементы транзисторного коммутатора, кроме транзисторов *Т1, Т3,* диодов *Д6, Д7,* конденсатора *С1* и резистора *R3*, смонтированы на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм. Печатная плата изготовлена методом химического травления, причем печатные проводники должны быть максимально возможной ширины при расстояниях между ними не менее 2 мм. Вид на плату со стороны расположения элементов показан на рис. 6.

Корпус транзисторного коммутатора, куда установлена печатная плата, одновременно является радиатором для транзисторов *Т1, Т3* и диодов *Д6, Д7* (рис. 7). Площадь поверхности корпуса составляет около 470 см^2. Транзисторы *Т2, Т3* и диод *Д6* необходимо тщательно изолировать от корпуса. Для этого можно использовать слюдяные или фторопластовые прокладки толщиной 0,1 мм.

Соединение элементов, установленных на корпусе, с печатной платой осуществляется любым медным изолированным проводом сечением не менее 0,5 мм^2. Транзисторный коммутатор соединяется с остальными элементами системы зажигания с помощью специальной четырехклеммовой колодки от автомобилей «Жигули» ВАЗ. Могут также использоваться и обычные штекерные разъемы, принятые в радиотехнике и рассчитанные на силу тока 8—10 А.

В системе зажигания применена специальная катушка зажигания марки Б116, которая будет выпускаться заводом АТЭ имени 60-летия Октября с 1981 г. для системы зажигания автомобиля «Москвич-2140». Катушка собрана по трансформаторной схеме и имеет повышенный коэффициент трансформации по сравнению с катушками в классической системе зажигания. В таблице приведены основные параметры катушки Б116 и для сравнения катушки марки Б115В, используемой в системе зажигания автомобиля «Москвич-412».

Добавочное сопротивление марки СЭ107 изготавливается отдельно от катушки зажигания и состоит из двух секций сопротивлением 0,52 Ом каждая. В момент пуска двигателя одна секция закорачивается. Резисторы

Таблица

Параметры катушек зажигания

Катушка зажигания	Число витков первичной обмотки	Диаметр провода первичной обмотки, мм	Число витков вторичной обмотки	Диаметр провода вторичной обмотки, мм	Сопротивление первичной обмотки, Ом	Индуктивность первичной обмотки, мГн	Коэффициент трансформации, $K_{тр}$	Добавочное сопротивление, Ом
Б116	210	1,25 ПЭВ-1	30 000	0,063 ПЭВ-1	0,43	3,2	150	1,04
Б115В	330±3	0,72 ПЭВ-1	22 500—600	0,07 ПЭВ-1	1,85	8,0	68	1,05

намотаны на керамический каркас проводом из константана, мощность рассеяния составляет около 50 Вт.

Бесконтактная система зажигания работоспособна в широком диапазоне температур от —40° С до +80° С, поэтому ее можно располагать в подкапотном пространстве. Установка датчика-распределителя и катушки зажигания производится на местах, предусмотренных для штатной системы зажигания.

Транзисторный коммутатор и добавочное сопротивление могут находиться на брызговике крыла, ближе к вентилятору. Крепление коммутатора и добавочного сопротивления осуществлено винтами диаметром 6 мм.

Монтаж бесконтактной системы зажигания должен быть выполнен тщательно, медным проводом сечением не менее 0,75 мм². Соединение транзисторного коммутатора, катушки зажигания и датчика с корпусом автомобиля должны обеспечивать хороший контакт.

Общий вид и монтажная схема системы и схема зажигания приведены на рис. 8, 9.

Система зажигания выдает «искру» даже при провертывании коленчатого вала двигателя от руки, поэтому установка зажигания на автомобиле по первому цилиндру производится, как и для классической системы,

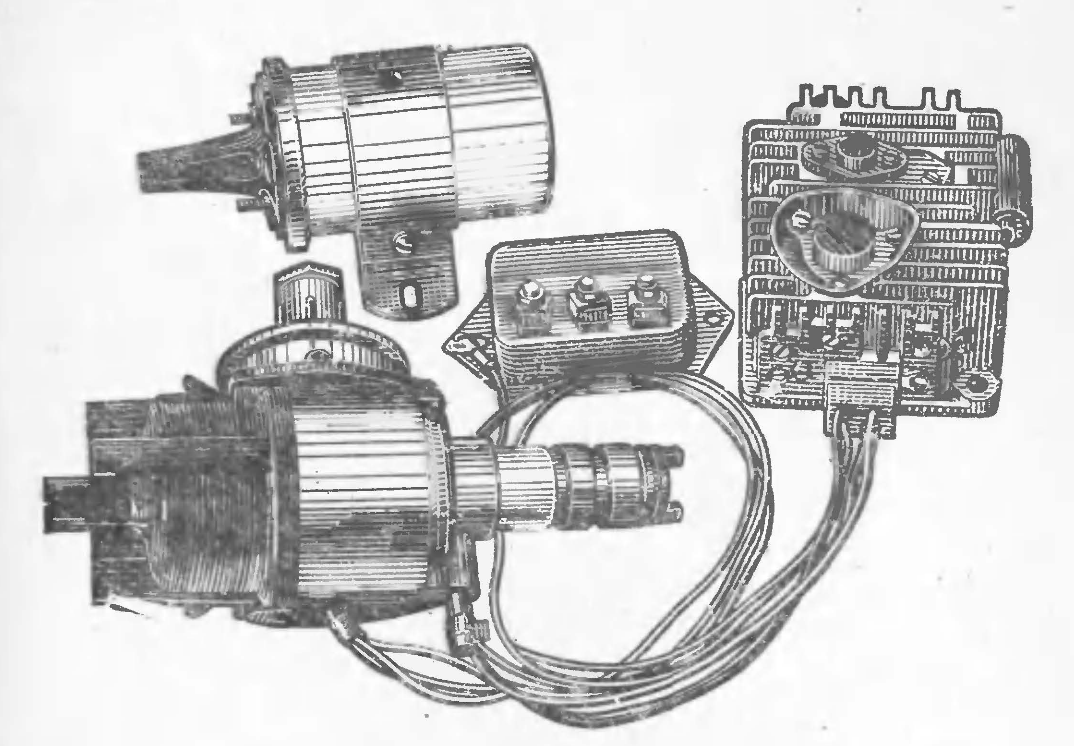


Рис. 8. Общий вид бесконтактной системы зажигания с параметрическим датчиком

следующим образом. Контрольная лампа включается между клеммой «К» транзисторного коммутатора и «массой». При открытом состоянии выходного транзистора лампа горит тускло. При переходе транзистора в состояние отсечки лампа ярко вспыхивает, что и указывает на момент подачи искры. Зазор в свечах устанавливается в пределах 0,7—0,9 мм.

В эксплуатации бесконтактная система зажигания практически не требует обслуживания. Необходимо только смазывать распределитель в соответствии с инструкцией, а также следить за чистотой клеммных и штекерных соединений.

Проверка исправности бесконтактных систем зажигания на автомобилях аналогична проверке классической системы и может быть выполнена следующим образом. При неработающем двигателе вынимают высоковольтный провод из центрального гнезда распределителя и устанавливают наконечник провода на расстоянии 2—5 мм от кузова или двигателя автомобиля. Включают выключатель зажигания и провертывают коленчатый вал двигателя. Если искра есть, неисправность надо искать поочередно в распределителе, высоковольтных проводах или в свечах. Если искры нет, то необходимо

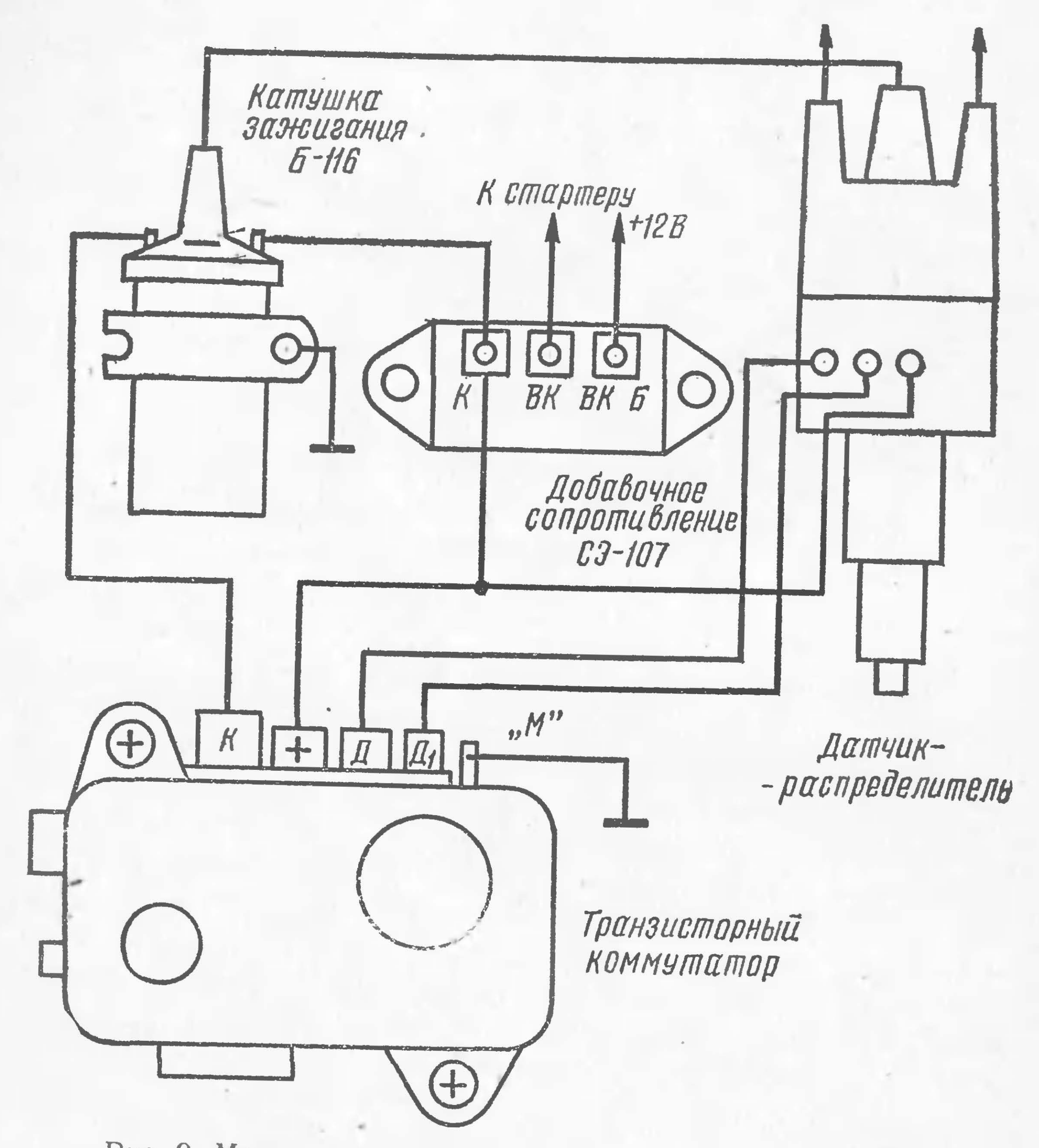


Рис. 9. Монтажная схема бесконтактной системы зажигания

убедиться в исправности проводки и надежности контактных соединений в системе зажигания.

Категорически запрещается замыкать накоротко выводные клеммы, а также производить какие-либо переключения соединительных проводов, не предусмотренные монтажной схемой. Соблюдение указанных требований при монтаже и эксплуатации обеспечивает исправную и долголетнюю работу бесконтактной системы зажигания.

ЛИТЕРАТУРА

Балагуров В. А. Аппараты зажигания.— М., Машиностроение, 1968.

Галкин Ю. М. Электрооборудование автомобилей и тракторов.— М., Машиностроение, 1967.

Глезер Г. Н., Опарин И. М. Автомобильные электронные системы зажигания.— М., Машиностроение, 1977.

Моргулев А. С., Сонин Е. К. Полупроводниковые системы зажигания.— М., Энергия, 1972.

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Генератор испытательных сигналов для регулировки цветных телевизоров (дополнение)

И. ПЕРЕТЯГИН, Б. ПОРОНИК

Напечатанная в 68 выпуске ВРЛ статья И. Перетягина и Б. Пороника «Генератор испытательных сигналов для регулировки цветных телевизоров» вызвала большой интерес читателей. Редакция и авторы получили много писем с просьбами опубликовать чертежи печатных плат, привести осциллограммы испытательных сигналов и ответить на ряд вопросов. Ниже авторы отвечают читателям.

В устройстве целесообразно использовать МС, содержащие по 4 двухвходовых элемента Шеффера (4 элемента 2И — НЕ): К155ЛА3 (К1ЛБ553), К133ЛА3 (К1ЛБ333), К136ЛА3 (К1ЛБ363), К134ЛБ1А, Б (К1ЛБ341).

Во всех цепях устройства (*D1—D9*) первые три типа МС равноценны. МС серии 134 обеспечивают несколько меньшую контрастность переходов на границах от черного к белому. Это заметно на вертикальных линиях сетчатого поля и линиях разрешения. Указанное явление объясняется соизмеримостью длительности формируемых импульсов с временами задержки их фронтов в МС серии 134. В МС других серий эти времена малы по сравнению с длительностью импульсов. Номера выводов МС показаны на рис. 1.

В делителе частоты могут быть применены *j-k* триггеры: К134ТВ1 (К1ТК341), К136ТВ1 (К1ТК361),

К155ТВ1 (К1ТК551), К133ТВ1 (К1ТК331). Номера выводов показаны на рис. 2. Используются счетный вход *C*, прямой *Q* и инверсный $\overline{Q}$ выходы, входы установки 1 (*S*) и 0 (*R*). Неиспользованные выводы остаются свободными.

На рис. 2 в тексте статьи (ВРЛ № 68, с. 52) схема делителя частоты *S10—S18* приведена для синхронных *j-k* триггеров (134, 136 серий). При использовании универсальных *j-k* триггеров (133, 155 серий) обратная связь на входы установки 1 через конденсаторы *C12* и *C13* подается с инверсного выхода $\overline{Q}$.

При желании декаду *S11—S14* можно собрать без конденсаторов *C12* и *C13* по схеме, показанной на рис. 3 и описанной в статье С. Бирюкова «Счетчики на микросхемах», Радио, 1976, № 2, с. 43, рис. 3, *а*).

В случае применения двойных синхронных триггеров К134ТВ14 (К1ТК343), которые имеют только по одному *j*-входу, подойдет схема, приведенная в указанной статье С. Бирюкова на рис. 3, *в*. Там же можно найти номера выводов МС и другие характеристики триггеров.

В делителе частоты можно использовать двойные *D*-триггеры К155ТМ2 или К133ТМ2. Для работы *D*-триггеры в счетном режиме необходимо соединить инверсный выход $\overline{Q}$ со входом *D*, а сигнал подать на счет-

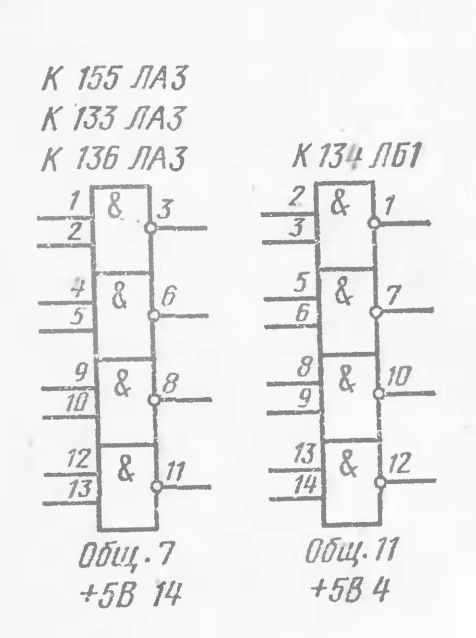


Рис. 1. Номера выводов, используемых МС

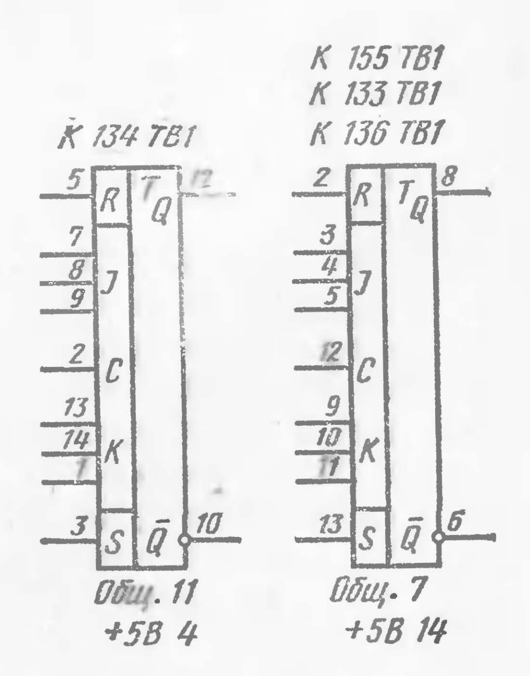


Рис. 2. Номера выводов *j-k* триггеров

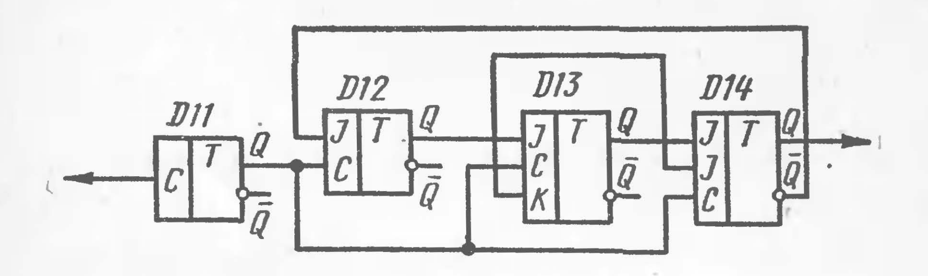


Рис. 3. Вариант декады *D11—D14* на *j-k* триггерах

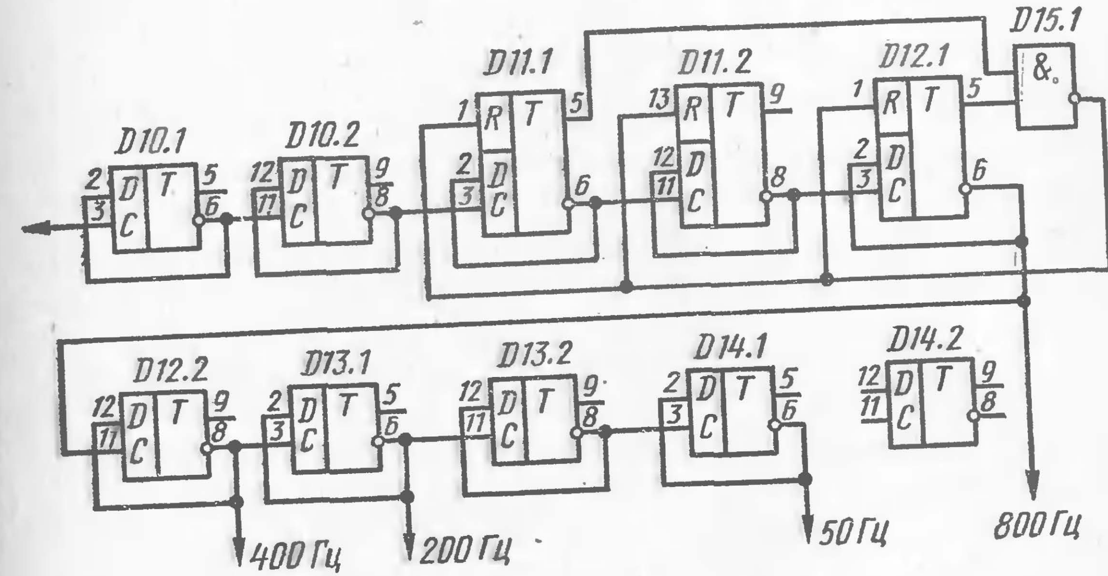


Рис. 4. Делитель частоты на *D*-триггерах

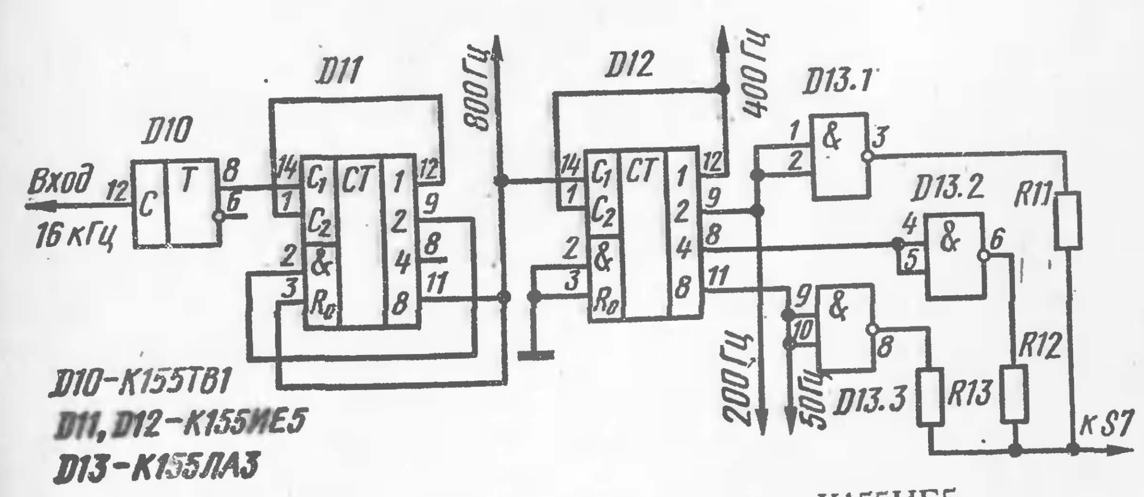


Рис. 5. Делитель частоты на счетчиках К155ИЕ5

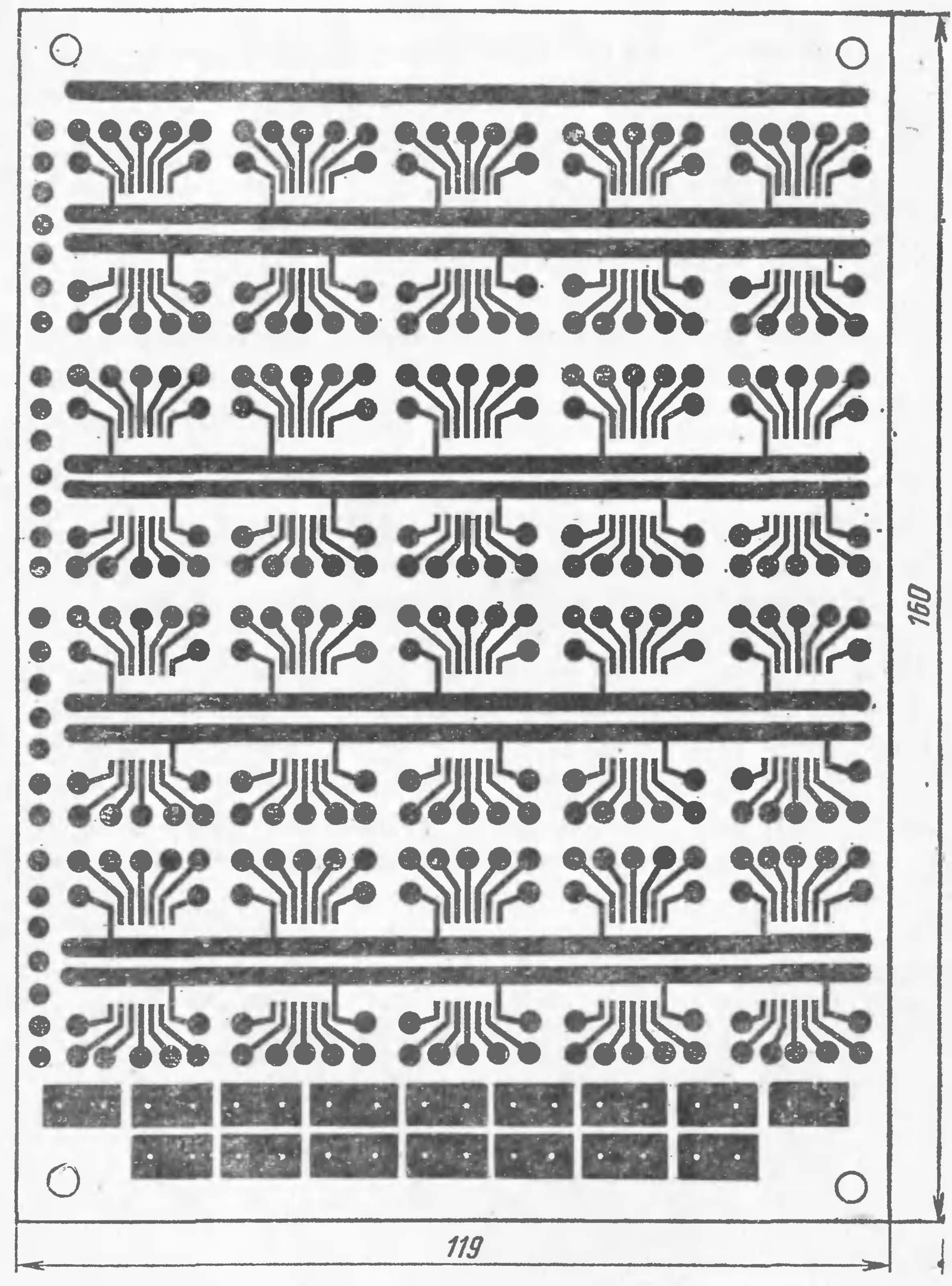


Рис. 6. Печатная плата для МС *D1—D20* 133, 136, 130 серий

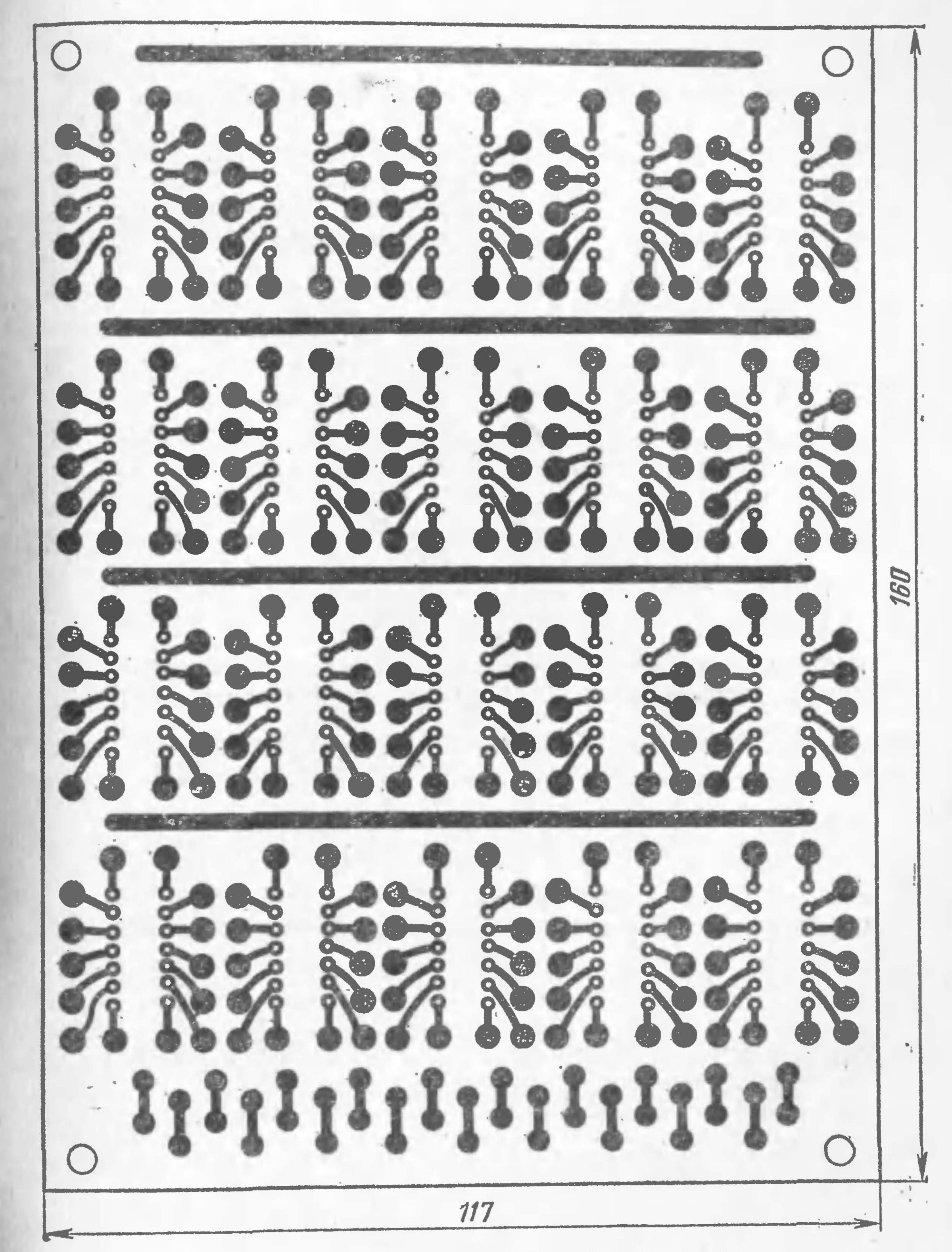


Рис. 7. Печатная плата для МС *D1 — D20* 155 серии

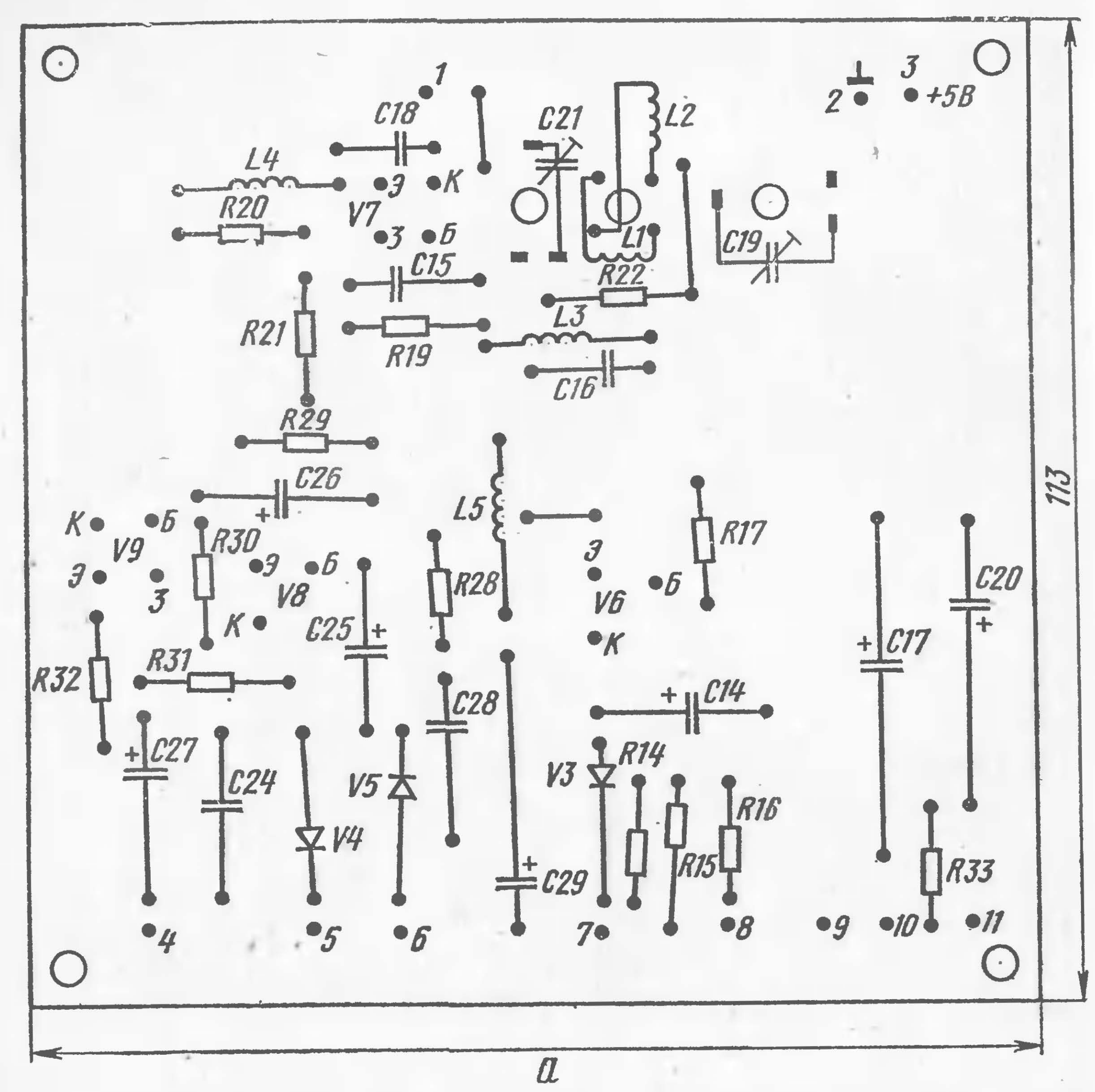


Рис. 8. Печатная плата эмиттерного повторителя, генератора

а — расположение элементов;

ный вход *C*. На рис. 4 приведена схема соединений. Кроме $4\frac{1}{2}$ корпусов МС К155ТМ2 задействован один двухвходовый элемент *D15.1* 2И—НЕ (1/4 МС любой из указанных выше серий). Триггер *D14.2* остается свободным. Резисторы *R11—R13* в этом случае целесообразно подключить к прямым выходам *Q* (5,9 и 5 выводы МС *D13.1, D13.2* и *D14.1* соответственно).

Число корпусов МС в делителе частоты можно уменьшить до трех, если взять счетчики типа К155ИЕ5 (К133ИЕ5, К134ИЕ5). На рис. 5 приведена схема делителя на одном *j-k* триггере и двух счетчиках. Очевидно, что вместо первого триггера *D10* можно использовать



ВЧ и формирователя вертикальных полос градаций яркости:

б — печатный монтаж

также счетчик К155ИЕ5 в режиме деления на 2, а вместо первого счетчика К155ИЕ5 — десятичный счетчик К155ИЕ2.

Выходы *2, 4, 8* второго двоичного счетчика *D12* к резисторной матрице *R11—R13* следует подключить через инверторы, использовав три элемента 2И—НЕ.

Триггеры *D19* и *D20* (рис. 4 в тексте статьи) можно заменить счетчиком К155ИЕ5. Смесь синхроимпульсов на установку О при этом подается с выхода МС *D2.3*.

В генераторе испытательных сигналов для интегральных микросхем *D1—D20* будет целесообразна универсальная плата, в которой соединительные проводники выполняются в виде навесного монтажа.

На рис. 6 приведен чертеж платы для МС 133, 136, 130 серий. Эту же плату можно использовать и для серии 134, подключив к общим шинам выводы *4* и *11* (вместо *7* и *14*).

Для серии 155 чертеж платы показан на рис. 7.

Рекомендуется для крепления навесных деталей (конденсаторов и резисторов) вблизи МС устанавливать переходные контакты в виде металлических шпилек.

Перед началом монтажа в центрах контактных площадок сверлятся отверстия диаметром 0,8 мм для прохода залуженных концов монтажных проводников или навесных деталей. Монтажные провода укладываются на нефольгированной стороне платы.

У нижнего основания плат расположены контактные площадки для выводов сформированных сигналов.

Возможный вариант размещения МС на платах рис. 6 и рис. 7:

D11, D12, D 13, D 14, D15,
D10, D18, D17, D16, D19
D1, D2, D3, D4, D20
D5, D6, D7, D8, D9.

Чертеж платы эмиттерного повторителя, генератора ВЧ и формирователя вертикальных полос градаций яркости показан на рис. 8. В предлагаемом варианте предполагается применение конденсаторов *С19* и *С21* КТ2-19, а электролитических — К53-14.

Если конденсаторы других типов, то может потребоваться некоторая корректировка монтажной платы.

Чертеж платы выпрямителя со стабилизатором приведен на рис. 9. Прямоугольный вырез в плате предназначен для размещения силового трансформатора. Транзистор *V14* с радиатором небольших размеров крепится в свободном углу платы, либо на задней стенке шасси. Радиатор можно заменить латунной или алюминиевой пластинкой площадью $S \geqslant 30$ см² и толщиной 2—3 мм. Ее можно согнуть под прямым углом в виде буквы П. На задней стенке шасси транзистор *V14* допустимо установить без радиатора.

Если возникает сомнение в исправности МС, то, прежде чем выпаивать МС из платы и заменять другой, необходимо ее проверить. Для этого надо отключить навесные детали и соединительные провода. К выходу эле-

мента МС подключить вольтметр постоянного тока с пределом измерения около 5 В или осциллограф с открытым входом. При свободных входах МС напряжение на выходах элементов должно быть около нуля. При замыкании одного из входов элемента на корпус на его

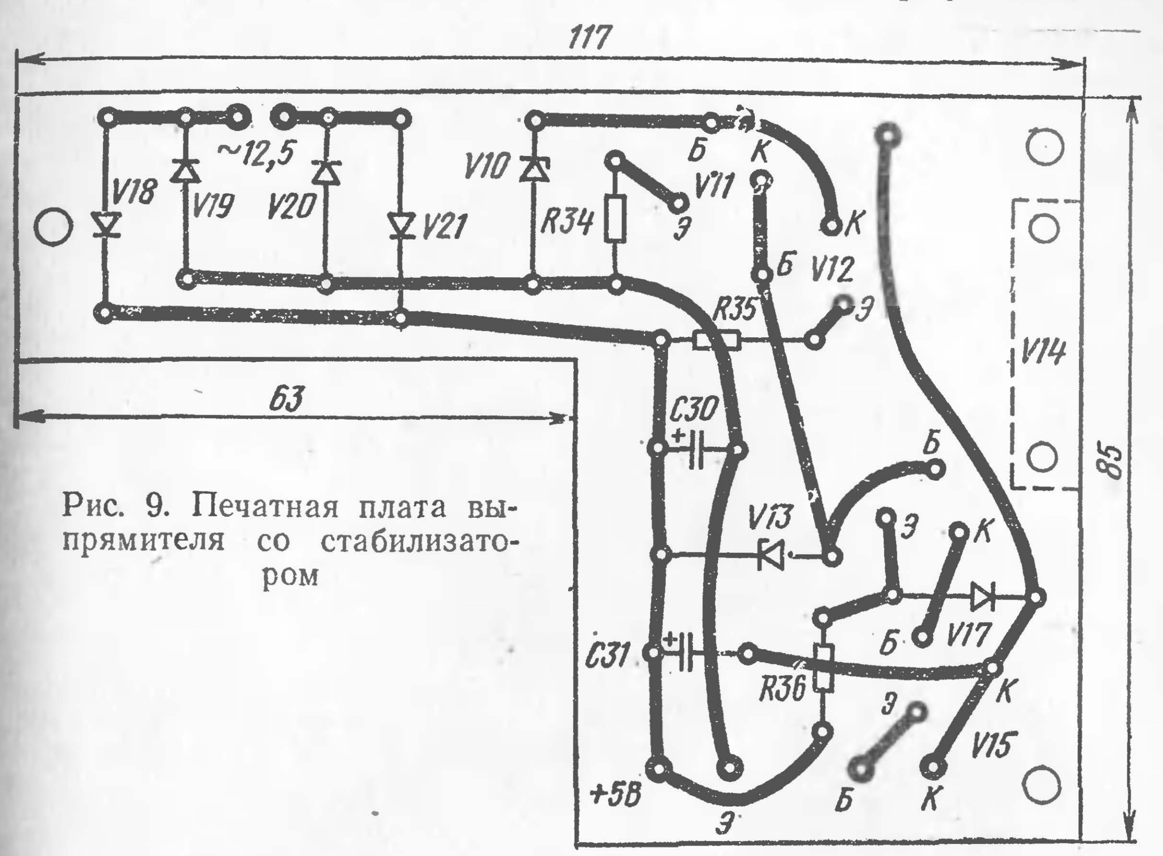


Рис. 9. Печатная плата выпрямителя со стабилизатором

выходе должен появиться уровень напряжения, соответствующий логической 1 (около 3 В). Такая же проверка осуществляется и по второму входу. Аналогично проверяются второй, третий и четвертый элементы МС.

Проверку работоспособности триггеров легко осуществить с помощью напряжения, сформированного задающим генератором (16 кГц). При подаче этого напряжения на счетный вход *C* на выходах *Q* и $\overline{Q}$ с помощью осциллографа можно наблюдать «меандр» напряжения с частотой в два раза ниже, чем на входе *C*. Чтобы увидеть отличие напряжений на прямом и инверсном выходах, синхронизация осциллографа должна быть внешней от сигнала, снятого, например, с прямого выхода.

При замыкании на корпус входа установки О (*R*) счет триггером прекращается и на прямом выходе *Q* устанавливается напряжение около нуля, а на инверс-

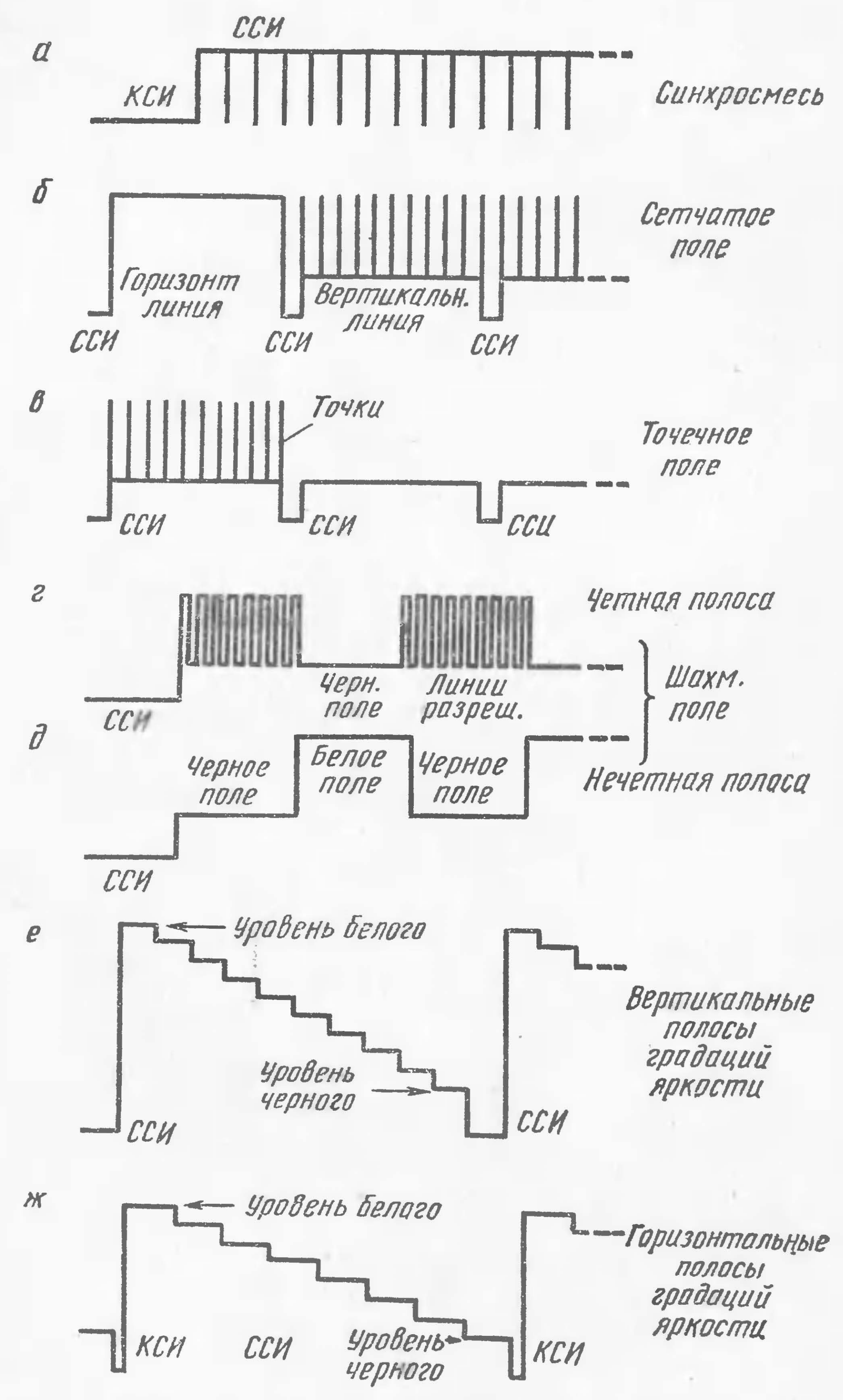


Рис. 10. Эпюры напряжений основных измерительных сигналов

ном — около +3 В. При замыкании на корпус входа установки 1 (*S*) уровни напряжения на выходах *Q* и $\overline{Q}$ станут обратными.

На рис. 10 приведены эпюры напряжений основных измерительных сигналов:

а) Смесь кадровых (КСИ) и строчных (ССИ) синхроимпульсов (белое поле). Ее можно наблюдать на выходе МС *D2.4*, а также на выходе «Видео» при отжатых кнопках *S1—S4*. Синхронизация осциллографа осуществляется при этом кадровыми импульсами, снятыми с выхода МС *D3.3;*

б) Сетчатое поле. Сигнал наблюдается на выходе «Видео» при нажатой кнопке *S1* и синхронизации осциллографа кадровыми или строчными синхроимпульсами, снятыми с выхода МС *D2.2*. На выходе МС *D6.3* этот сигнал будет виден без синхроимпульсов (смесь положительных импульсов длительностью 60 и 0,3 мкс);

в) Точечное поле. То же, что и в п. б) при *S5* в нижнем (по схеме) положении. На выходе МС *D7.4* этот сигнал виден без синхроимпульсов;

г) и д) Шахматное поле: г — строки в полосе с сигналом разрешения, д — строки в полосе без сигнала разрешения. Наблюдается на выходе «Видео» при нажатой кнопке *S2* и синхронизации, как в п. а).

Следует отметить, что выделить строки с четной и нечетной полосами шахматного поля не всегда удается. Чаще на экране осциллографа эти две картины накладываются друг на друга;

е) Вертикальные полосы градаций яркости. Сигнал наблюдается на выходе «Видео» при синхронизации осциллографа ССИ. Кнопка *S4* нажата, тумблер *S7* — в положении *2*. Ступенчатое напряжение (без синхроимпульсов) можно наблюдать на коллекторе транзистора *V9;*

ж) Горизонтальные полосы градаций яркости. Сигнал наблюдается на выходе «Видео» при синхронизации осциллографа кадровыми синхроимпульсами. Кнопка *S3* нажата, тумблер *S7* в положении *2*. Это же ступенчатое напряжение (без КСИ) можно наблюдать на общей точке резисторов *R11—R13*.

На выходах следующих МС наблюдаются импульсы напряжения с уровнем около 3 В:

D2.2 — отрицательные, τ= 10—12 мкс,
D6.2 — отрицательные, τ = 0,3 мкс,
D3.3 — отрицательные, τ = 240 мкс,
D4.3 — отрицательные, τ= — 60 мкс,
D6.4 и *D7.1* — положительные, τ = 0,3 мкс,
D7.2 — положительные, τ = 60 мкс,
D5.3 — «меандр» черно-белых вертикальных полос,
D15 — «меандр» черно-белых горизонтальных полос.

В испытательном сигнале «шахматное поле» вертикальные линии контроля четкости воспроизводятся в белых квадратах четных полос. При желании эти линии можно воспроизвести в черных квадратах, сохранив все белые квадраты чистыми. Для этого достаточно сигнал разрешения с выхода МС *D9.2* подать на выход МС *D8.4* (вместо *D8.3*). Очевидно, что элемент *D8.4* при этом должен быть трехвходовым (например, $^1/_3$ МС К155ЛА4).

Габариты прибора (без ручек управления и ножек) 320×145×72 мм.

В тексте (ВРЛ № 68):

некоторые логические элементы микросхем (МС) ошибочно названы ИЛИ — НЕ. В действительности все элементы МС *Д1—Д9* 2И — НЕ, но выполняют они функции схем совпадения, сумматоров или (при объединении) входов инверторов;

на с. 51, 17 строка снизу, вместо *D2* следует читать *D5*.

В схеме рис. 2 (с. 52):

на пересечении линий, идущих от резистора *R4* и выхода элемента микросхемы *D5.3*, пропущена точка;

на линии со стрелкой, идущей от правой обкладки (по схеме) конденсатора *C5*, точка не нужна;

резистор, подключенный к выходу элемента микросхемы *D8.1*, имеет позицию *R27* и номинал 560 Ом; резистор *R2* имеет номинал 1,5 кОм;

высокочастотный дроссель *L5* имеет номинал 20 мГ;

элементы микросхем *D2.4, D6.4, D7* и *D8.2* должны быть обозначены знаком (И — НЕ);

переключатели *S1 — S4* и *S9* имеют по две секции *А* и *Б* и показаны в «отжатом» положении.

Наши консультации

По сборнику ВРЛ № 67 (В. Сафонов «Устройство индикации дней недели»)

При работе со статьей следует учесть:

выводы микросхемы указаны верно, только не указан вывод *11 D10.3* и входы *9, 10 D10.4;*

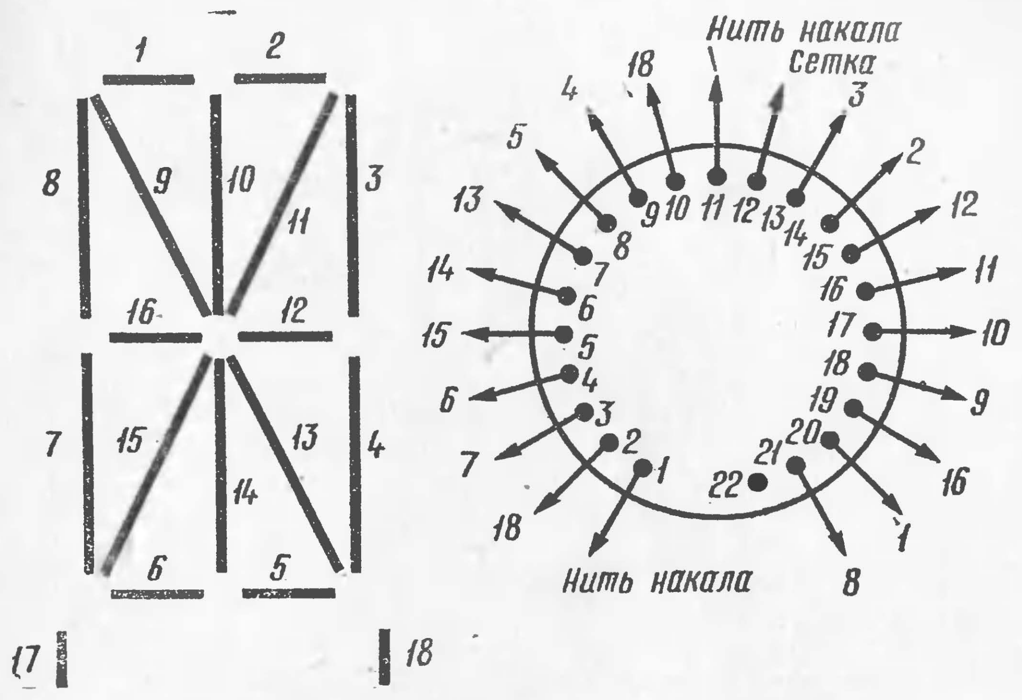


Рис. 1, *к*. Цоколевка индикатора ИВ-4

входы установки кода *S* (вывод *13, D1, D2, D3*) «висят» (не подключены). Их можно подключить к шине «+5 В» через резистор сопротивлением 3—10 кОм;

входы сбора *R* (вывод *2 D1, D2, D3*) подключены, как показано на схеме, к шине «+5 В» через резистор 3 кОм.

Основные данные индикатора ИВ-4 приведены в литературе: Лисицын Б. Элементы индикации.— М., Энергия, 1978, МРБ, вып. 952; журнал «Радио» 1978, № 11, с. 59—60.

На рис. 1, *к* приведена цоколевка цифро-буквенного вакуумного люминисцентного индикатора ИВ-4.

По сборнику ВРЛ № 69 (С. Крейдич «Приставка — регулятор тембра»)

При работе со статьей следует учесть, что допущена неточность в тексте: неверно указан типоразмер ферри-

товых колец. В действительности использован сердечник М2000НМ1 типоразмер К 17, 5×8, 2×5.

Кроме того, на рис. 2 номинал резистора *R19* должен быть 62 кОм.

Какой микросхемой можно заменить МС К1УТ401Б?

МС К1УТ401Б — операционный усилитель. Это старое обозначение. По ГОСТу 18682—73 этой МС соответствует обозначение К140УД1Б.

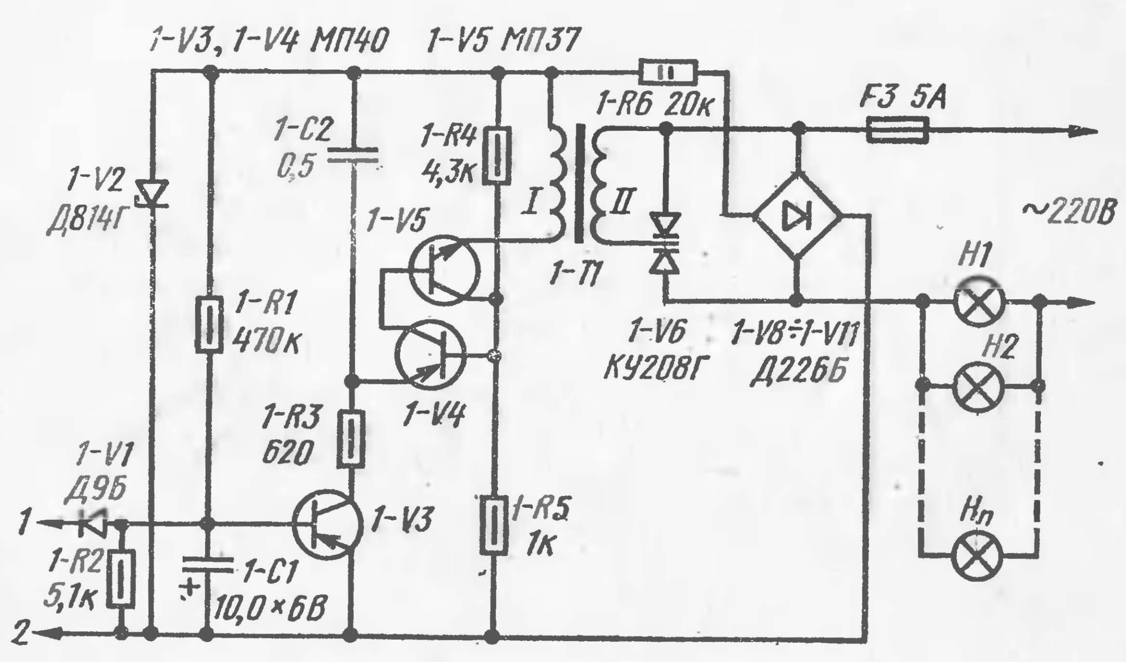


Рис. 2, к. Схема регулятора

Радиолюбителям следует пользоваться «Справочником по интегральным микросхемам» (М., Энергия, 1980). Там есть переводная таблица старых и новых обозначений микросхем.

По сборнику ВРЛ № 69 (Л. Шумяцкий «Цветомузыкальная установка»)

Можно ли применить вместо двух тиристоров КУ202Н, включенных встречно-параллельно, один тиристор КУ208Г и, если можно, то какие изменения следует внести в схему?

Замена возможна. Схема одного регулятора напряжения изображена на рис. 2, *к*.

Обмотки трансформаторов *1Т1 — 4Т1* содержат: *I* — 60 витков ПЭВ-2 0,25; *II* — 40 витков ПЭВ-2 0,25. Максимальная мощность каждого канала не более 1000 Вт.

Консультацию подготовил инженер А. Дьяков

По сборнику ВРЛ № 61

Чем можно заменить микросхему К119ГГ1, используемую в генераторе испытательных телевизионных сигналов (статья С. Елизарова и В. Фокина)?

Указанная микросхема может быть заменена схемой, изображенной на рис. 3, *к*. Применяемая здесь микросхе-

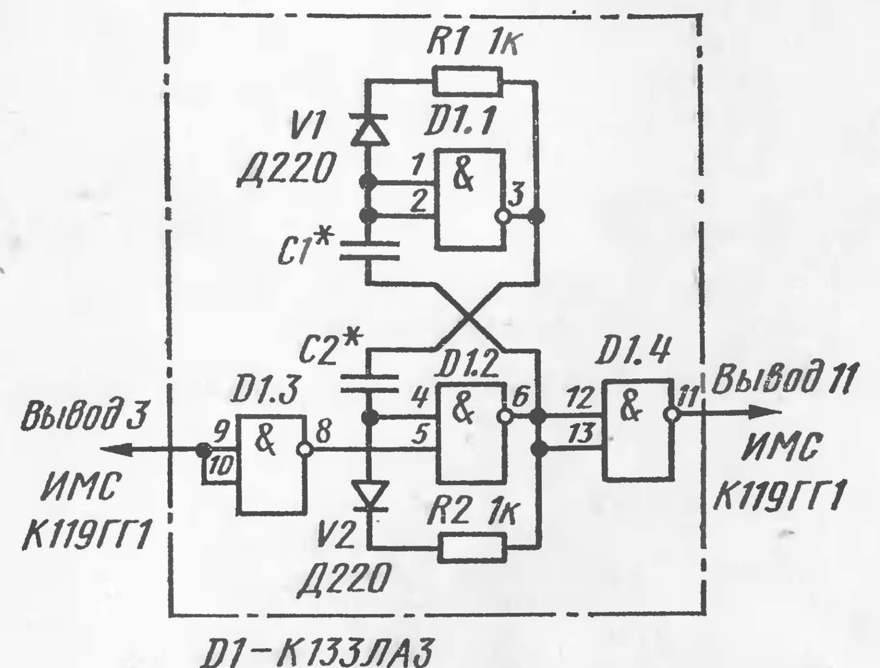


Рис. 3, к. Схема замены МС

ма К133ЛА3 является менее дефицитной и уже используется в описываемой конструкции, что облегчает поиски комплектующих деталей. Диоды *V1* и *V2* типа Д220, сопротивления резисторов *R1* и *R2* по 1 кОм, емкости конденсаторов *C1* и *C2* подбираются при регулировке.

Почему на принципиальной схеме узла 3 в статье Ю. Сбоева «Простые электронные часы» не показаны все подключения к микросхемам D17—D21? Правильно ли это?

Во многих сериях интегральных микросхем (в том числе и в серии К155) отсутствие электрической связи с каким-либо потенциалом воспринимается как логическая единица. Поэтому оставление некоторых входов ИМС неподсоединенными в принципе допустимо. Однако следует иметь в виду, что при этом снижается помехоустойчивость схемы и ее быстродействие. Поэтому

рекомендуем подавать на незадействованные входы логическую единицу, организовав ее, например, по одной из приведенных на рис. 4, *к* схем.

В схеме на рис. 3 к статье в сборнике (с. 14) один из входов R_0 (выводы *1* или *2*) всех ИМС *D17—D20* не-

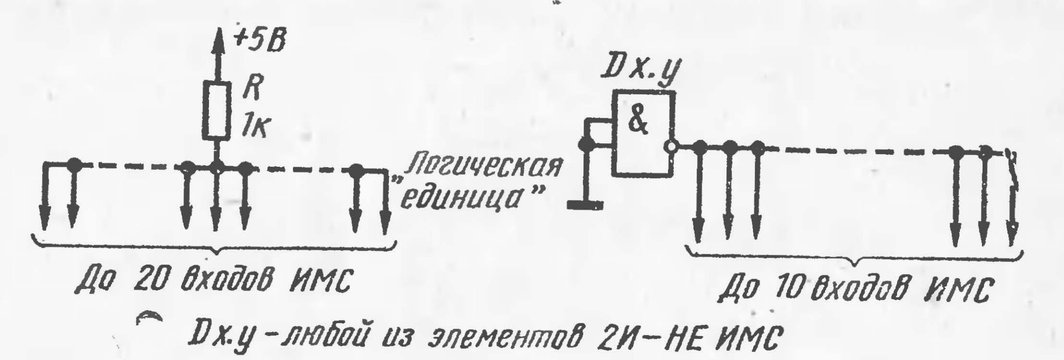


Рис. 4, *к*. Схема получения логической единицы

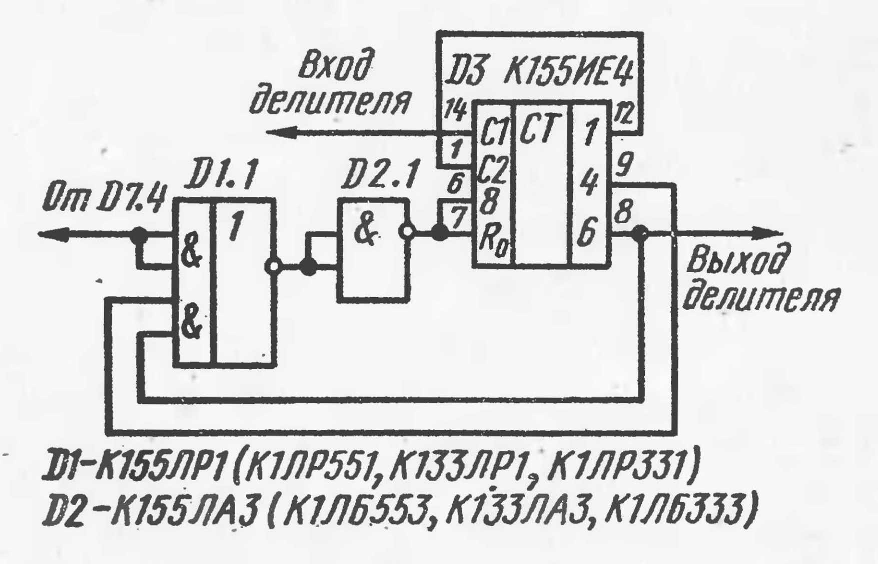


Рис. 5, *к*. Принципиальная схема каскада делителя

обходимо заземлить, иначе эти ИМС будут постоянно находиться в сброшенном состоянии.

Можно ли вместо кварцевого резонатора с частотой 100 кГц использовать резонатор с частотой 1,0 МГц (статья Ю. Сбоева)?

Такая замена возможна, однако при этом может потребоваться подбор элементов *С3, R2* и *R3* (узел *У3*), а также добавление в этом узле еще одного аналогичного десятичного счетчика на ИМС К155ИЕ1.

Можно ли в частотомере (статья В. Горбатого) в качестве делителей частоты применить микросхемы К155ИЕ4, а в пересчетных декадах использовать ИМС К155ТМ2 вместо К155ТК2?

Применение ИМС К155ИЕ4 в качестве делителя возможно, причем каждый каскад делителя в этом случае будет выглядеть, как показано на схеме (рис. 5, *к*). Здесь *D1* — К155ЛР1, (К1ЛР551, К133ЛР1, К1ЛР331), *D2* — К155ЛА3 (К1ЛБ553, К133ЛА3, К1ЛБ333) и *Д3* — К155ИЕ4.

В пересчетных декадах можно использовать ИМС К155ТМ2 или К1ТЕ552, а также их аналоги К133ТМ2 или К1ТК332.

Консультацию подготовил инженер Б. Куранин

СОДЕРЖАНИЕ

24.2.2
В80

Рецензент С. А Бирюков, кандидат технических наук

В80 **В помощь** радиолюбителю: Сборник. Вып. 73 / Сост. Ю. В. Блохин.— М. : ДОСААФ, 1981.—78 с., ил.
30 к.
Приведены принципиальные схемы и описания конструкций радиотехнических устройств различной степени сложности.
Для широкого круга радиолюбителей и специалистов.

$В\frac{30402-057}{072(02)-81}$ 83—81 2402020000 24.2.2